



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Biológicas

Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

**Biología reproductiva de *Geositta peruviana*
(Passeriformes: Furnariidae) en la zona reservada
Lomas de Ancón, Lima-Perú**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en
Zoología

AUTOR

Lisset Carito GÓMEZ MARTINEZ

ASESOR

Dra. Irma FRANKE JAHNCKE

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Gómez, L. (2019). *Biología reproductiva de Geositta peruviana (Passeriformes: Furnariidae) en la zona reservada Lomas de Ancón, Lima-Perú*. Tesis para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Zoología. Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código Orcid del autor: 0000-0002-0508-7075

Código Orcid del asesor o asesores: 0000-0002-7110-1939

DNI del autor: 72555388

Grupo de investigación: Ornitología

Institución que financia parcial o totalmente la investigación: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación: el estudio se realizó en La Zona Reservada Lomas de Ancón (ZRLA), localizada al norte del departamento de Lima, en el distrito de Ancón, colinda con los límites distritales de Aucallama, Huamantaga y Carabayllo. Coordenadas: este 261 901,1011 y norte 8708776,9540.

Año o rango de años que la investigación abarco: el estudio se realizó entre noviembre del 2016 a noviembre del 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ZOOLOGÍA
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN DE TESIS)**

Siendo las 16:08 horas del 04 de octubre de 2019, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del jurado formado por los profesores que suscriben, se dio inicio a la sesión para optar al Título Profesional de Bióloga con mención en **Zoología** de **LISSET CARITO GÓMEZ MARTINEZ**.

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° **032-EPCB-2019**, la titulando expuso su tesis: **"BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Geositta peruviana* (PASSERIFORMES: FURNARIIDAE) EN LA ZONA RESERVADA LOMAS DE ANCÓN, LIMA-PERÚ"**, y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 19, calificativo: Aprobado con máximos honores.

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el Título Profesional de Bióloga con mención en **Zoología** a **LISSET CARITO GÓMEZ MARTINEZ** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 17:20 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 04 de octubre de 2019.

Dra. DIANA SILVA DAVILA
(PRESIDENTA)

Dra. IRMA FRANKE JAHNCKE
(ASESORA)

Blga. HAYDEE TEMOCHE GARCIA
(MIEMBRO)

Mg. DENNISSE RUELAS PACHECO
(MIEMBRO)

Dedicado a mis padres Luisa y Juan, por darme
su apoyo en cada decisión tomada. A mis
hermanos Franz y Cristian por todo el cariño.

A todas las personas que brindaron su apoyo en
este proyecto y a las que se dedican al estudio
de aves peruanas.

AGRADECIMIENTOS

A mis familiares, en especial a mis padres Luisa y Juan, por su gran apoyo y comprensión en cada etapa de mi vida.

A los profesores Dra. Irma Franke y Blgo. Carlos Mendoza, por ser los guías y darme muchos ánimos en este proyecto. A la Dra. Irma por la guía, comentarios, consejos, motivación, bibliografía brindada y por aceptar ayudarme en la fase final del proyecto. Al Blgo. Carlos Mendoza infinitos agradecimientos por darme la oportunidad de haber trabajado esta investigación bajo su guía; así como, por la paciencia en cada etapa de este proyecto, la motivación, consejos acertados, ayuda en campo y mostrar buena disposición en todo momento.

Así también, a los miembros del jurado a la Dra Diana Silva, Blga. Haydee Temoche y Mg. Dennisse Ruelas por los comentarios acertados para este manuscrito.

Un agradecimiento especial a la jefatura de la Zona Reservada Lomas de Ancón: a la Ingeniera Haydee Palomares, exjefa de la ZRLA por su apoyo constante, por la labor que desempeña en favor de la ZRLA, así como por su carisma. También agradecer a los guardaparques oficiales David Fuentes, Juan Carlos Pariona y Walter Benjamin por todo el apoyo brindado en campo, la paciencia y momentos gratos en para la realización de este proyecto.

Al ingeniero Raúl Reto y al Consorcio Pite, por la ayuda en parte de la realización de este proyecto.

A las guardaparques voluntarias Sarina Sanabria, Nadia Gutierrez, Rosa Quispe, Daniela Velasquez, Ruth Bustamante, Guadalupe Meléndez y Miguel Tarazona por su apoyo en campo, en la jefatura y por la comprensión en todo momento.

A las personas que me ayudaron en campo: Raúl Bartolo, Jhon Mandujano, Adriana Espinoza, Karen Poma, José Chiroque, Jennyfer Zuñiga, Nabil Solis, Julio Salvador, Tania

Poma, Fabiola Guardia, Pamela Ayala, Alejandro Pereda, Stephanie Sedano, Marisol Elías, Sofía Zambrano muy agradecida por su apoyo, por compartir tiempo en este proyecto, y hacer más ameno el trabajo de campo. Además, sin esa ayuda no habría podido realizar esta investigación. Así también, a Katya Balta por los consejos sobre el trabajo de campo con *G. peruviana* y la donación de anillos de colores. A Yisela Quispe y Cynthia Romero por el préstamo de materiales y por los consejos y a Rocío Barzega por la ayuda con los dibujos del manuscrito.

Finalmente, un agradecimiento al Dr. Leonardo Lopes de la Universidad Federal de Viçosa por la bibliografía proporcionada y los consejos antes de empezar este proyecto.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes sobre biología reproductiva	3
2.2. Descripción y ecología de <i>Geositta peruviana</i>	9
III. OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo General	13
3.2. Objetivos Específicos	13
IV. MÉTODOS	14
4.1. Área de Estudio	14
4.2. Métodos	16
4.2.1. Búsqueda y monitoreo de nidos activos de <i>Geositta peruviana</i>	16
4.2.2. Captura y anillamiento de individuos de <i>Geositta peruviana</i>	18
4.2.3. Evaluación del periodo reproductivo	20
4.2.4. Evaluación del éxito reproductivo	21
4.2.5. Evaluación del Cuidado parental	22
4.2.6. Caracterización de nidos	29
4.2.7. Distribución de nidos	30
V. RESULTADOS	32
5.1. Registro y anillamiento:	32
5.2. Periodo reproductivo	32
5.3. Éxito reproductivo	38
5.4. Cuidado parental	39
5.5. Caracterización nidos	51
5.6. Distribución de los nidos	57

VI. DISCUSIÓN	64
6.1. Periodo reproductivo	64
6.2. Éxito reproductivo	66
6.3. Cuidado parental	68
6.4. Caracterización de nidos	69
6.5. Distribución de nidos	72
6.6. Estado de conservación	73
VII. CONCLUSIONES	74
VIII. RECOMENDACIONES	75
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
X. ANEXOS	87
XI. GLOSARIO DE TERMINOS	104

ANEXOS

Anexo 1. Desarrollo completo de polluelos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano” del nido 1047	87
Anexo 2. Lomas de Ancón, área de evaluación	89
Anexo 3. Anillamiento de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	89
Anexo 4. Monitoreo de nidos con cámara boroscópica de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	90
Anexo 5. Caracterización interna de nidos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	91
Anexo 6. Presencia de <i>Athene cunicularia</i> , “lechuza terrestre”	92
Anexo 7. Presencia de <i>Lepidopigus microphylus</i> , “gecko”	92

Anexo 8. Información sobre aspectos reproductivos de las especies del genero <i>Geositta</i>	93
Anexo 9. Datos del anillamiento a los individuos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	95
Anexo 10. Datos del periodo reproductivo y éxito de nidos activos monitoreados de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	98
Anexo 11. Datos de ubicación y características externas de nidos activos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	100
Anexo 12. Tiempo invertido para cada categoría de comportamiento en tres periodos reproductivos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	102
Anexo 13. Datos de ubicación de nidos activos e inactivos de <i>Athene cunicularia</i> , “lechuza terrestre”	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comportamientos observados durante el periodo reproductivo.....	23
Tabla 2. Tiempo de observación por fechas de parejas y nidos de <i>Geositta peruviana</i>	40
Tabla 3. Dimensiones de nidos de <i>Geositta peruviana</i> (n=43), dentro de la Zona Reservada Lomas de Ancón, Lima.....	53
Tabla 4. Distancia en metros entre nidos por nidadas de seis parejas del minero peruano, <i>Geositta peruviana</i>	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. a) Mapa de distribución del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i> . b) Individuo de “minero peruano” .	11
Figura 2. Mapa de ubicación de la Zona Reservada Lomas de Ancón y nidos monitoreados	15
Figura 3. Monitoreo y anillamiento de nidos del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i>	19
Figura 4. Comportamientos del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i> .	27
Figura 5. Comportamientos del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i>	28
Figura 6. Caracterización de nidos del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i>	30
Figura 7. (a), (b), (c), (d) Puesta o postura de huevos del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i> ; (e) individuo adulto incubando	34
Figura 8. Desarrollo de polluelos del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i>	37
Figura 9. Porcentaje de tiempo invertido en los comportamientos durante la construcción de un nido	42
Figura 10. Porcentaje de tiempo invertido en el cuidado parental y el comportamiento ausentes durante incubación y periodo de polluelos	43
Figura 11. Histograma de las frecuencias de comportamientos durante el periodo reproductivo	44
Figura 12. Porcentaje de tiempo invertido para los comportamientos durante incubación y periodo de polluelos	45
Figura 13. Caracterización externa de nidos de <i>Geositta peruviana</i>	52
Figura 14. Orientación de la entrada de la cavidad de nidos	53
Figura 15. Histograma de la longitud total de túnel	54

Figura 16 Caracterización del Nido 1055 del “minero peruano” <i>Geositta peruviana</i>	56
Figura 17. Número de nidos encontrados por etapa/periodos según el mes que fueron encontrados.....	57
Figura 18. Nidos encontrados por cada mes de monitoreo del “minero peruano”	58
Figura 19. Distribución de nidos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano” para seis parejas que realizaron hasta tres intentos reproductivos.....	60
Figura 20. Distribución de nidos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano” vs distribución de nidos de la lechuza <i>Athene cunicularia</i> , “lechuza terrestre”	61
Figura 21. Corte transversal del área de estudio en Lomas de Ancón y la distribución vertical de nidos activos de <i>Geositta peruviana</i> , “minero peruano”	63

RESUMEN

En este estudio se describe la biología reproductiva del ave endémica *Geositta peruviana*, “Minero peruano” en la Zona Reservada Lomas de Ancón, departamento de Lima, Perú. Se tomaron datos de aspectos reproductivos: periodo reproductivo (incubación y periodo de polluelos dentro del nido), características de nidos, éxito reproductivo, cuidado parental y distribución de nidos. Para obtener estos datos, se realizaron visitas mensuales al área de estudio entre noviembre del 2016 y noviembre del 2017, en búsqueda de actividad reproductiva. Se utilizaron dos cámaras sonda de tres y cinco metros de longitud para inspeccionar los nidos y evaluar el número de huevos y polluelos, siendo más frecuente la inspección durante la temporada reproductiva. Se desenterraron cuatro nidos abandonados para describir su contenido. La temporada reproductiva se extendió de mayo a octubre, coincidiendo con la época de mayor humedad en lomas. Fueron monitoreados 43 nidos, siendo los nidos túneles excavados de tipo cavidad/con túnel/simple/plataforma. La longitud promedio de los túneles fue de 259.9 ± 38.5 cm ($n=43$). Al final del túnel se encontró una cámara de incubación con material de origen vegetal, animal y antrópico. El tamaño promedio de puesta fue 3.27 ± 0.58 huevos ($n=31$). El periodo promedio de incubación fue de 15.1 ± 0.74 días ($n=8$). Las medidas promedio de los huevos fueron de 20.7×16.2 mm ($n=6$), y el periodo promedio de polluelos dentro del nido fue de 25.6 ± 2.89 días ($n=23$). Se tiene certeza que al menos seis parejas realizaron hasta un tercer intento reproductivo, siendo las dos primeras exitosas. Se observó que la pareja trabaja junta durante el periodo de incubación y del cuidado de polluelos. Del total de nidos monitoreados el 23.8% no tuvieron éxito, mientras que 76.2% tuvieron al menos un polluelo saliendo del nido. Las causas del fracaso fueron el abandono durante la incubación, la no eclosión de huevos y la depredación de polluelos dentro del nido por *Athene cunicularia*, “Lechuza terrestre”.

Palabras clave: *Geositta peruviana*, reproducción, nidos, Lomas, Cuidado parental

ABSTRACT

This study describes the reproductive biology of the endemic *Geositta peruviana*, "Coastal Miner" in the Lomas de Ancón Reserved Zone, department of Lima, Peru. Data on the following reproductive parameters was taken: reproductive period (incubation period and chicks inside nest period), nest characteristics, reproductive success, parental care and nest distribution. To obtain these data, monthly visits were made to the study area between November 2016 and November 2017, in search of reproductive activity. Two probe chambers of three and five meters in length were used to inspect the nests and evaluate the number of eggs and chicks, with inspection being more frequent during the breeding season. Also, some abandoned nests were unearthed to describe their contents. The reproductive season extended from May to October, coinciding with the period of highest humidity in Lomas. 43 nests were monitored, being the nests excavated tunnels of cavity type / with tunnel / single / platform. The average length of the tunnels was 259.9 ± 38.5 cm ($n = 43$). At the end of the tunnel an incubation chamber was found with material of vegetable, animal and anthropic origin. The average clutch size was 3.27 ± 0.58 eggs ($n = 31$). The average incubation period was 15.1 ± 0.74 days ($n = 8$). The average measurements of the eggs were 20.7×16.2 mm ($n = 6$), and the average period of nestlings within the nest was 25.5 ± 2.87 days ($n = 23$). At least six couples made a third reproductive attempt, being the two successful. It was observed that the couple works together during the incubation period and the care of chicks. Of the total number of nests monitored, 23.8% were unsuccessful, while 76.2% had at least one chick leaving the nest. The causes of the failure were abandonment during the incubation, non-hatching of eggs and predation of chicks within the nest by *Athene cunicularia*, "Burrowing owl".

Keywords: *Geositta peruviana*, reproduction, nests, Lomas, parental care

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la historia natural es la fuente principal de conocimiento que permite entender el funcionamiento de la naturaleza (Beehler, 2010). Proporciona la base para la investigación científica, a partir del cual se pueden obtener estrategias de conservación y manejo de especies, ya que no es posible desarrollar planes de conservación de aquello que no conocemos (Beehler, 2010; Fleischner, 2011).

La reproducción es un aspecto importante de la historia de vida de los organismos (Beehler, 2010). Descripciones detalladas de la biología reproductiva son fundamentales para comprender las variaciones en la historia de vida y estrategias reproductivas entre especies (Robinson *et al.*, 2000; Stutchbury & Morton, 2001, citado por Silva, 2015). Así también, los estudios reproductivos proveen información importante para las aves, como referencias frente a la vulnerabilidad y a posibles perturbaciones (Martin & Geupel, 1993). Por lo tanto, la información del éxito reproductivo en aves es esencial para revelar datos sobre las posibles causas de bajas poblacionales, lo cual contribuye a los planes de manejo y conservación de las especies estudiadas (Robinson *et al.*, 2000; Saether & Bakke, 2000).

A pesar que la reproducción de las aves involucra varios aspectos como la construcción de nidos, producción de huevos, incubación, alimentación, cuidado y éxito de polluelos (Robinson *et al.*, 2000; Stutchbury & Morton, 2001, citado por Silva, 2015), es escasa la información actualizada que se cuenta para passeriformes neotropicales (Xiao, 2017). Pero en Sudamérica, se ha incrementado el estudio de la biología reproductiva de passeriformes, contando con guías, compendios, tesis y publicaciones que compilan, y describen la información reproductiva de las especies en países como en Chile, Argentina y Brasil (Vaz-Ferreira, 1973; Salvador *et al.*, 1984; Marini *et al.*, 2012a; Salvador 2013; De la Peña, 2016; Medrano *et al.*, 2018). Sin embargo, en el

Perú existen vacíos de información sobre la reproducción de sus aves, especialmente para algunas especies de passeriformes solo se conocen descripciones de nidos o información sobre algunos de los aspectos reproductivos.

Por otro lado, *Geositta peruviana*, “minero peruano”, es una especie endémica de la costa peruana, habita en zonas poca vegetación como el desierto costero, cercano a humedales, lomas, entre otros (Koepcke, 1965; Salinas et al., 2007; Schulenberg *et al.*, 2010). La primera descripción de un nido para esta especie fue dada por Williams (1981), siendo los nidos, agujeros debajo de la tierra. A pesar que no se encuentra amenazada de extinción, las características específicas para ciertos hábitats y comportamientos, hacen a la especie vulnerable frente a actividades antrópicas como urbanización, inadecuado manejo de residuos sólidos, turismo desordenado e introducción de especies introducidas (como roedores, gatos y perros) como potenciales depredadores.

Por todo lo expuesto, con el fin de llenar vacíos de información de parte de la historia natural del endémico minero peruano, el objetivo de esta investigación fue describir los principales aspectos de la biología reproductiva de *Geositta peruviana*, tales como: características de los nidos y huevos, descripción de la incubación, del periodo y desarrollo de polluelos, cuidado parental, éxito reproductivo y distribución de nidos durante el año 2017 dentro de la Zona Reservada Lomas de Ancón (ZRLA). Actualmente la ZRLA está en una categoría transitoria de Área Natural Protegida (ANP) que a futuro no asegura la protección del área, siendo algunos de los problemas principales el tráfico o venta ilegal de terrenos y las invasiones. Por lo tanto, este estudio constituye la descripción más completa de la reproducción del “minero peruano” y brinda información que permitirá evaluar adaptaciones frente al impacto antrópico, ayudando a mitigar efectos negativos que se generen en los hábitats donde se encuentra esta especie. Además, servirá de base a

futuras investigaciones sobre la historia natural, ecología reproductiva e interacciones intra como inter-específicas del minero peruano.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes sobre biología reproductiva

La reproducción es uno de eventos más importantes en la vida de las aves e involucra muchos aspectos de la historia natural de las aves como la construcción de nidos, incubación, desarrollo de polluelos dentro del nido, cuidado parental lo cual involucra también el gasto de energía adicional para cada una de estas etapas (Lack, 1950; Skutch, 1985). Por este motivo, la época reproductiva de las aves tiende a ajustarse a la estación de mayor disponibilidad de alimento, que debe ser la apropiada para sustentarse y alimentar a los polluelos (Lack, 1950). Sin embargo, no solo la disponibilidad de alimento, sino también el cuidado parental y la depredación son factores que afectan el éxito de la reproducción en aves (Lack, 1954; Martin, 1987; 1995; Martin *et al.*, 2000). Otros factores como los climáticos influyen en el comportamiento reproductivo, ya que tienen un efecto sobre los cambios de la vegetación y la disponibilidad del alimento (Illera & Diaz, 2006).

Diversos estudios sobre la biología reproductiva de paseriformes en el Neotrópico y del Hemisferio norte, mencionan diferencias entre algunas especies filogenéticamente emparentadas, sobre todo, en el número de huevos puestos, los periodos de incubación y el cuidado parental (Skutch, 1985; Martin & Ghalambor, 1999; Martin *et al.*, 2000; Martin, 2002; Yom-Tov *et al.*, 1994). Sin embargo, la reproducción de aves es poco estudiada en los Trópicos, a diferencia de la extensa bibliografía reproductiva en aves del Hemisferio Norte (Muir *et al.*, 2008; Marini *et al.*, 2012a; Xiao *et al.*, 2017), siendo necesario llenar vacíos de información.

Xiao y colaboradores (2017), revisaron la información disponible sobre la reproducción de las aves en todo el mundo, analizando solo tres aspectos: tamaño de nidada, periodo de incubación y el periodo de crecimiento de polluelos en el nido. Los resultados obtenidos fueron: de 10000 especies de aves estudiadas, solo hay un conocimiento completo de la reproducción (los tres aspectos) del 30% de las especies, mientras que del 40% se conoce parcialmente y del 30% restante nunca se ha descrito al menos algún aspecto. Siendo el grupo de los passeriformes los menos estudiados; así como, los bosques tropicales los hábitats que menor información presentan, a pesar que sustentan la mayor diversidad de aves (Xiao *et al.*, 2017).

Aunque en el estudio de Xiao y colaboradores (2017), analizaron sólo tres aspectos, la biología reproductiva de las especies incluye otros aspectos que deberían ser conocidos (Silva, 2015), como: características del nido, características de los huevos, época de reproducción, tamaño y número de la nidada(s), puesta y periodo de incubación, periodo de desarrollo de los polluelos en el nido, patrón de desarrollo de los polluelos, éxito reproductivo y cuidado parental, los cuales se describen a continuación:

a) Características del nido:

Los nidos pueden ser desde una ligera depresión en la vegetación como en algunas especies de caprimúlgidos, hasta construcciones más elaboradas como cúpulas hechas de barro por algunos passeriformes (Hansell, 2000). El diseño del nido varía considerablemente incluso dentro de los taxones; sin embargo, todos los nidos tienen la importante función de servir como un receptáculo en cual se ponen los huevos y / o se cuidan a los polluelos en desarrollo (Hansell, 2000; Mainwaring *et al.*, 2014). Existen varias clasificaciones para los nidos, según el contexto del estudio (Martin & Li, 1992; Hansell, 2000). Una clasificación bastante utilizada para nidos de aves Neotropicales es la de

Simon & Pacheco (2005), el cual califica a los nidos en base a las características internas, externas, a la cámara de incubación y material dentro de ella.

b) Características de los huevos:

Las características externas del cascarón permiten que sean clasificados en base a su forma, color, etc (Hauber, 2014). Los huevos son variables según la especie; en tamaño, pueden ser grandes y pesados como los huevos de avestruz o pequeños como los de un colibrí; mientras que, en coloración pueden presentar manchas en el cascarón que ayudan a algunas especies a mimetizarse con el ambiente, y otras pueden tener colores notables como los de los tinamúes (Hauber, 2014). La información sobre las características de los huevos nos ayuda a entender las adaptaciones de las especies; por ejemplo, *Paroaria coronata* es un hospedador ocasional de *Molothrus bonariensis* (parásito de cría) que rechaza exitosamente todos los huevos parásitos, debido a que reconoce sus huevos por coloración y tamaño (Segura *et al.*, 2016).

c) Época de reproducción:

La época reproductiva, temporada reproductiva o periodo de reproducción, corresponde al inicio y fin de las actividades reproductivas desde la construcción de nidos o puesta de huevos hasta el último día del pichón dentro del nido, y esta época se da generalmente en temporadas con mayores recursos alimenticios (Lack, 1950; Lack, 1954). Esta época es distinta según los requerimientos por gremio alimenticio; por ejemplo, en épocas con abundancia de orugas e insectos, se reproducen las aves insectívoras; mientras que, en épocas con abundancia de frutos y semillas, lo hacen aves frugívoras y granívoras (Lack, 1950). Otro factor que regula la época de reproducción es la cantidad de luz durante el día, la cual permite prolongar el tiempo de alimentación durante el día, es así que, en

latitudes elevadas, como es el caso de Europa, la temporada reproductiva de muchas especies se presenta durante la primavera (Lack, 1950).

d) *Tamaño de nidada*

El tamaño de nidada (tamaño de puesta o *clutch size*) es el número máximo de huevos puestos por una hembra en un nido (Lack, 1947), generalmente se presenta el promedio de tamaño de nidada cuando son varios los nidos estudiados. El tamaño de nidada es distinto entre los grupos de aves y según a algunos estudios es mayor en especies que viven en climas templados que tropicales (Lack, 1947; Skutch, 1985; Yom-Tov, 1994; Martin *et al.*, 2000). Así, por ejemplo, para especies relacionadas en filogenia como *Catharus guttatus* de Norte América, presenta un tamaño de nidada promedio de 4 huevos, mientras que *Catharus dryas* de Sudamérica presenta un tamaño de nidada promedio de 2 huevos (Martin *et al.*, 2000).

e) *Postura o periodo de puesta:*

La postura de huevos o el periodo de puesta, se refiere al tiempo entre la puesta del primer huevo y último en un nido (Skutch, 1952). Los passeriformes ponen un huevo por día en días consecutivos durante las mañanas hasta completar la puesta, Sin embargo, se ha registrado que algunas especies ponen huevos cada dos a tres días (Skutch, 1952).

f) *Periodo de incubación:*

La incubación se refiere a la acción de transmitir calor a los huevos, el ave que incuba invierte tiempo en el nido presionando los huevos contra su abdomen y puede ser realizado por ambos padres o solo uno de ellos (Skutch, 1985). El periodo de incubación es definido como el número de días entre el último huevo puesto y el primer huevo eclosionado (Costa, 2011; Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015). Para algunas especies se ha documentado que los periodos de incubación suelen ser más largos en climas tropicales

que templados (Martin, 2002). Por ejemplo, para los cucaracheros comunes *Troglodytes aedon* de Norte América, presenta un periodo de incubación promedio de 12 días, mientras que la misma especie en Sudamérica presenta un periodo de incubación promedio de 16 días (Martin, 2002).

g) Periodo y desarrollo de los polluelos en el nido:

En aves altriciales (las que luego de la eclosión se quedan en el nido), el período de polluelos es una etapa importante, debido a que pasan tiempo dentro del nido siendo alimentados por los padres, hasta que logran independizarse (Kouba *et al.*, 2015). Este periodo, es considerado como el intervalo de tiempo desde la eclosión del primer polluelo hasta que los polluelos dejen el nido (Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015).

Durante el desarrollo de polluelos dentro del nido, se describe cada etapa del polluelo desde su eclosión, siendo importante los datos como: medidas, peso, desarrollo de plumas alrededor del cuerpo, desarrollo de comisura labial, entre otros (Costa, 2011; Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015).

h) Éxito reproductivo:

Un nido es exitoso si al menos un polluelo logra independizarse (Costa, 2011; Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015). Existen diversos factores que afectan el éxito de una especie, siendo uno de ellos el tipo de nido, ya que nidos más protegidos tienen menos riesgo de depredación (Martin & Li, 1992). Otros factores son la depredación (por parte de mamíferos, aves, reptiles, etc), el parasitismo de cría por algunos grupos de aves (disminuyendo el éxito de la especie parasitada) y los factores climáticos (Best & Stauffer, 1980; Illera & Diaz, 2006).

i) Número de nidada:

El número de nidadas se define como la cantidad de intentos reproductivos que puede realizar una pareja en una estación reproductiva (Lack, 1947). Algunas veces puede ser uno o múltiples intentos durante la época reproductiva. Múltiples intentos reproductivos son una estrategia frente a la pérdida de los nidos anteriores y a un bajo éxito reproductivo (Lopes & Marini, 2005). Un ejemplo de múltiples intentos se observó en la especie *Todirostrum maculatum*, que realizó hasta 10 intentos reproductivos en una temporada reproductiva, sin obtener éxito en ninguno (Haverschmidt, 1955).

j) Cuidado parental:

El cuidado parental consiste en invertir tiempo y energía en promover la supervivencia de las crías. En el caso de las aves, generalmente se da durante la incubación y después de la eclosión de polluelos (Maier, 2001). Existen varios modelos de cuidado parental, como: en algunas especies solo un padre se encarga del cuidado, en otras especies ambos padres realizan el cuidado (biparental), en algunas especies existen cuidados cooperativos (más de dos individuos), y por el contrario, en algunas especies han evadido el cuidado parental, a través del parasitismo de cría o el uso de calor geotérmico para calentar a los polluelos (Stuckh, 1985; Cockburn, 2006).

En la actualidad, y a pesar que los estudios sobre la biología reproductiva de passeriformes en el Neotrópico son escasos comparados con otros grupos, estos han generado mayor interés, y ello se ve reflejado en un aumento del número de investigaciones (Marini *et al.*, 2012a; Xiao *et al.* 2017). Un grupo de passeriformes con diversidad en cuanto a la construcción de sus nidos, es la familia Furnariidae, algunos trabajos tratan sobre los aspectos de la biología reproductiva de este grupo, como descripciones de nidos en países de Sudamérica, y se compilan en notas y guías que sirven de ayuda en la identificación de nidos (Vaz-Ferreira, 1973; Salvador *et al.*, 1984;

Salvador, 2013; De la Peña, 2016). Otras investigaciones se han dedicado con mayor tiempo a describir varios aspectos de la biología reproductiva para algunas especies de furnáridos (Delhey *et al.*, 2010; Lara *et al.*, 2011; Costa, 2011; Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015).

Para el caso del Perú, comparado con el número de especies descritas, poco se sabe sobre la reproducción de las especies de aves (Plengue, 2016a, 2016b), siendo la principal información sobre primeras descripciones de nidos y reproducción en aves marinas (Plengue, 2016a, 2016b). Solo unas pocas publicaciones tratan sobre reproducción en especies de furnáridos (Dorst, 1956; Koepcke, 1965; Williams, 1981; Franke & Salinas, 2000).

2.2. Descripción y ecología de *Geositta peruviana*

Ubicación taxonómica de *Geositta peruviana*

Los miembros de la familia Furnariidae se caracterizan por la diversidad en cuanto a construcción de sus nidos, la morfología estructural, el comportamiento de búsqueda de alimento y la ocupación del hábitat (Remsen & Sharpe, 2018). Se distribuyen en Sudamérica, desde las elevaciones más altas en los Andes hasta las tierras bajas de la Amazonia. Los hábitats donde se encuentran pueden ser desde bosques de neblina, hasta el desierto, islas fluviales, dunas de arena costeras, marismas de agua salada e incluso la zona intermareal rocosa (Zyskowski & Prum, 1999; Remsen & Sharpe, 2018).

Uno de los géneros de la familia Furnariidae es *Geositta*, la cual presenta 11 especies, todas ellas distribuidas a lo largo de América del Sur. La mayoría de estas especies (9 especies) se encuentran en la cordillera de los Andes (Fjeldså, & Krabbe, 1990; Ribeiro *et al.*, 2016). En el Perú se distribuyen siete especies del género *Geositta*, siendo *G. peruviana*, *G. saxicolina* y *G. crassirostris* especies endémicas para el territorio peruano (Schulenberg *et al.*, 2010; Plengue, 2019).

Orden: Passeriformes

Familia: Furnariidae

Género: *Geositta*

Especie: *Geositta peruviana* (Lafresnaye, 1847)

Descripción de *Geositta peruviana*

El “minero peruano” *Geositta peruviana* es una especie de ave que mide entre 12-13 cm de longitud (Remsen, 2017). La cabeza de esta especie presenta una franja de plumas que se extiende desde la base del pico, sobre el ojo hacia la parte posterior de la cabeza (conocida como superciliar) marrón-amarillento pálido, mientras que el resto de la cara, cabeza y partes superiores son de color arenoso marrón-gris pálido; el cuello y vientre son blanquecinos, a veces ligeramente más oscuro; el iris es de color marrón oscuro; el pico es gris oscuro, pero más pálido en la base de la mandíbula inferior; las alas son de color arenoso marrón-gris, pero las márgenes de coberteras alares son más pálidas y las remeras presentan un amplio margen rojizo (formando una línea alar durante el vuelo); las timoneras o cola presentan plumas centrales de color rufo pálido; mientras que, el resto de plumas negruzcas, excepto algunas con rufo pálido en la base de la pluma que aumentan en extensión hacia las plumas externas; las dos plumas externas presentan bordes blanquecinos; y el tarso y patas son blanquecinos cremosos a plateados verdosos (Schulenberg *et al.*, 2010; Remsen, 2017).

Rango de distribución y hábitat

Geositta peruviana se distribuye en la ecorregión del Desierto Costero Subtropical (León *et al.*, 2007), desde el departamento de Tumbes hasta Ica (Figura 1a), generalmente por debajo de 700 m de elevación. (Schulenberg *et al.*, 2010; Arana *et al.*, 2016). Habita en matorral árido de tierras

bajas, en ambientes con escasa vegetación, usualmente arenosos, en desierto costero, también en lomas, tillandsiales y cercano a humedales (Koepcke, 1965; Aguilar *et al*, 1977; Salinas *et al.*, 2007; Remsen, 2017).

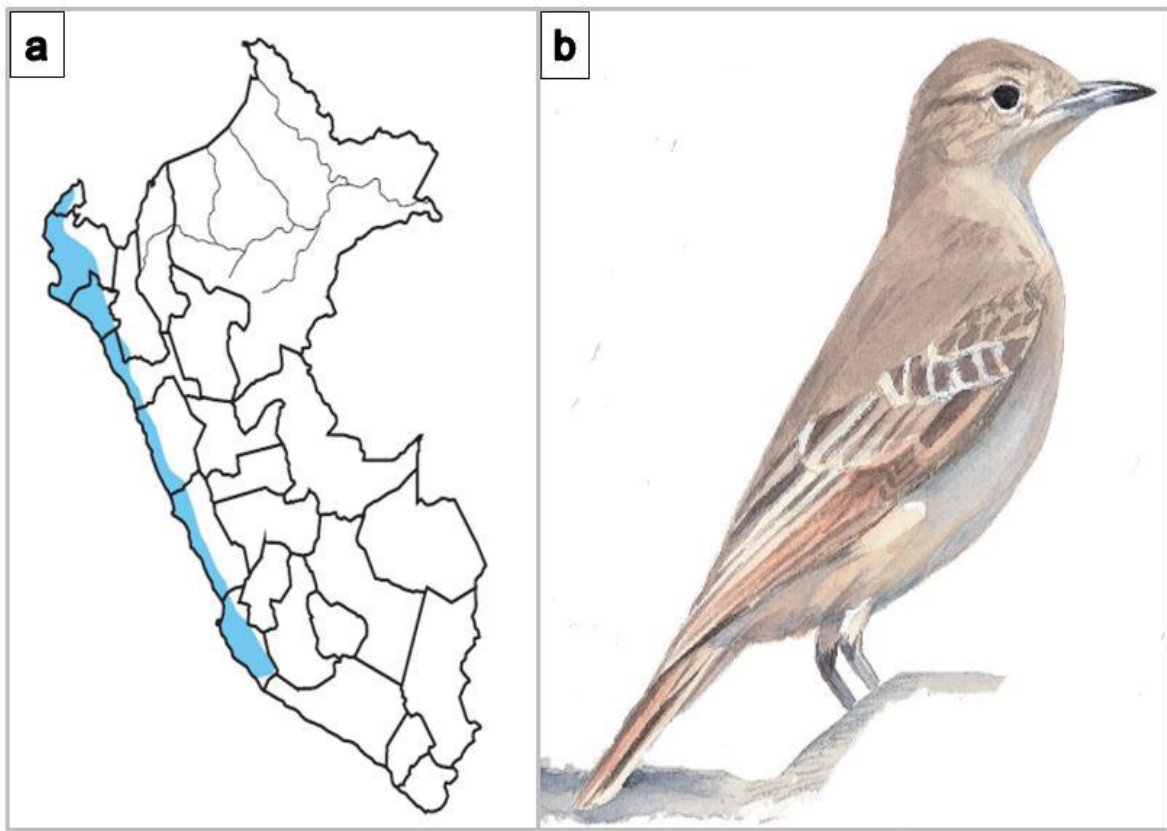


Figura 1. a) Mapa de distribución del “minero peruano” *Geositta peruviana*. b) Individuo de “minero peruano”. Imágenes tomadas de Schulenberg *et al.* (2010).

Biología

Se alimenta de artrópodos que captura del suelo, usualmente se le encuentra solo o en pareja (Pulido *et al.*, 2013; Remsen, 2017). Williams (1981) reportó datos de su reproducción, durante algunas observaciones en el mes de junio en el departamento de Lambayeque, reportó un nido que tenía un túnel de aproximadamente 2 m de longitud, el cual contenía material vegetal y dos huevos en la cámara de incubación. El autor describe que desconoce si la especie realizó los agujeros.

Conservación

Geositta peruviana no se encuentra amenazado a nivel mundial (IUCN 2019) y es muy común en los hábitats donde se le encuentra, como en lomas y matorrales áridos (Stotz *et al.*, 1996). Sin embargo, es una especie restringida únicamente a la costa peruana, la cual está incluida en dos áreas de Endemismo de Aves (EBA), la Vertiente del Pacífico Perú-Chile y la Región Tumbesina (BirdLife, 2018).

En el Perú, se han establecido estrategias para conservación de especies y de ecosistemas vulnerables como la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP). *Geositta peruviana* ha sido registrada en la Zona Reservada Lomas de Ancón, como en otras ANPs como el Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa (Pulido, 2018), la Reserva Nacional Lachay (Pantigoso *et al.*, 2015), la Reserva Nacional Paracas (INRENA, 2002), la Reserva Nacional San Fernando (SERNANP, 2014) y el Santuario Histórico de Pómac (SERNANP, 2011). Asimismo, la especie ha sido registrada en algunas áreas de conservación gestionadas por regiones y distritos (Carazas *et al.*, 2015).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Describir los principales aspectos de la biología reproductiva de la especie *Geositta peruviana* dentro de la Zona Reservada Lomas de Ancón.

3.2. Objetivos Específicos

1. Describir el periodo reproductivo (incubación y polluelos dentro del nido) de *Geositta peruviana*.
2. Determinar el éxito reproductivo de *Geositta peruviana* durante la temporada reproductiva.
3. Describir el cuidado parental en la especie *Geositta peruviana*.
4. Caracterizar y describir nidos activos de *Geositta peruviana*.
5. Describir la distribución de los nidos durante el periodo reproductivo.

IV. MÉTODOS

4.1. Área de Estudio

La Zona Reservada Lomas de Ancón (ZRLA) está localizada al norte del departamento de Lima, en el distrito de Ancón, pero colinda con los límites distritales de Aucallama, Huamantaga y Carabaylo, abarca una extensión de 10 962.14 hectáreas, y un rango altitudinal que va desde los 400 msnm hasta los 1000 msnm (Cano *et al.*, 2001; SERNANP, 2010) (Figura 2). La ZRLA fue creada por el Gobierno peruano el 6 de octubre del 2010 mediante Resolución Ministerial N° 189-2010-MINAN, con el objetivo de conservar una muestra representativa del desierto y lomas de la costa del país (SERNANP, 2010). Actualmente la ZRLA se encuentra en una categoría transitoria para convertirse en una ANP, pero que no asegura su categorización definitiva.

El clima de la ZRLA, al estar cerca del litoral costero, está influenciado por la Corriente Peruana fría o de Humboldt, formando entre los meses de junio a setiembre, un manto de neblina que se condensa y precipita en forma de pequeñas garúas, elevando la humedad atmosférica que da lugar a la temporada de lomas (Ferreyra, 1983). La temperatura ambiental anual promedio para la ZRLA es de 18.5°C, siendo la temperatura máxima registrada en verano (hasta 32°C en febrero) y la temperatura mínima registrada durante el invierno (hasta 10°C durante julio y agosto) (SERNANP, 2010). La humedad relativa es mayor en el área de la costa próxima al litoral y la mayor humedad se registra durante el invierno en los meses de julio y agosto, de hasta 97% de humedad, con presencia de neblinas y nubosidad (SERNANP, 2010).

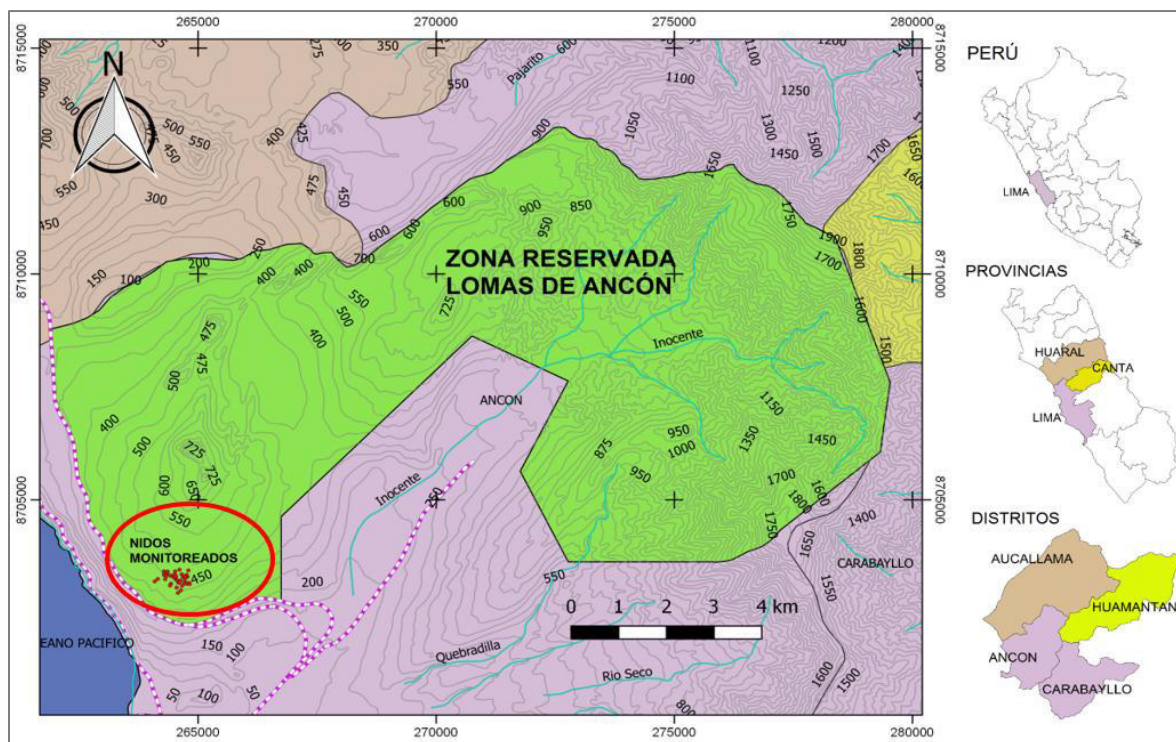


Figura 2. Mapa de ubicación de la Zona Reservada Lomas de Ancón y nidos monitoreados (puntos rojos) en este estudio del “minero peruano” *Geositta peruviana* (Elaboración propia).

La ZRLA presenta un sector de lomas por la zona oeste (cercano a la carretera Pasamayo), cuyo suelo es arenoso con afloramientos rocosos en los sectores altos y de suave pendiente (Cano *et al.*, 2001). En la parte baja, durante la época de mayor humedad, presenta una vegetación herbácea dominada por *Solanum multiifidum* (Solanaceae) (Ferreira, 1983; Cano *et al.*, 2001). Mientras que por la zona este presenta suelos arenosos con áreas pedregosas en las quebradas y algunos sectores rocosos; la vegetación es denominada lomas de tillandsia, debido a que dominan especies del género *Tillandsia* (Bromeliaceae), estas especies alternan con algunas especies de cactus como *Neoraimondia arequipensis*, y con escasa vegetación arbustiva y herbácea (Cano *et al.*, 2001).

El área de estudio de esta investigación, corresponde al sector de lomas, cuyos suelos están cubiertos con la denominada Costra biológica, compuesta por cianobacterias, líquenes y musgos, la cual cohabita con vegetación herbácea durante el invierno (Arana *et al.*, 2016). Esta área se encuentra por debajo de los 600 m de elevación y se ubica en el distrito de Ancón (Figura 2), conserva una muestra representativa de flora y fauna del desierto.

4.2. Métodos

4.2.1. Búsqueda y monitoreo de nidos activos de *Geositta peruviana*

Se realizaron búsquedas de agujeros o nidos con actividad reproductiva desde noviembre del 2016 hasta noviembre del 2017. Debido a que, en el área de estudio se observaron varios agujeros, de estos muchos eran abandonados y algunos solo dormideros, siendo necesario determinar cuáles de los agujeros eran nidos con actividad reproductiva. Es así que, durante los meses de noviembre a abril, se realizaron búsquedas cada dos semanas, siendo intensificada cuando se evidenció actividad reproductiva (mayo-octubre).

La búsqueda de actividad reproductiva y monitoreo de nidos activos (presencia de huevos o polluelos dentro del agujero), siguió la metodología de búsqueda propuesta por Martin y Geupel (1993), con las recomendaciones de Silva (2015), como:

- ✓ Buscar minuciosamente entre toda la vegetación agujeros recién contruidos.
- ✓ Observar el comportamiento de adultos con alguna evidencia de actividad reproductiva, como construcción de agujero, transporte de materiales hacia el agujero, transporte de alimento para polluelos.

- ✓ Para especies que realizan nidos como agujeros o cavidades debajo del suelo, como el caso de *Geositta peruviana*, se debe de buscar en zonas de pendiente, zonas planas y en la cima de las lomas.

Al ser los nidos agujeros o cavidades en el suelo de aproximadamente 2 m de longitud (William 1981), la búsqueda y el monitoreo de nidos activos se realizó usando una micro cámara sonda o boroscopio de 3 m de longitud durante los meses de noviembre a julio, y una cámara sonda de 5 m de longitud a partir de agosto hasta noviembre (Figuras 3 a y b). Los monitoreos de nidos se realizaron con una frecuencia de dos a tres veces por semana siguiendo la recomendación de Martin y Geupel (1993), siendo más frecuentes al inicio del periodo reproductivo para determinar con mayor exactitud el tiempo de puesta de huevos.

El monitoreo se realizó solo en los nidos activos, comenzando desde la fecha de registro hasta su inactividad, ya sea porque los polluelos abandonaron el nido, hubo evidencia de depredación o abandono del nido por parte de los parentales. Se consideró como nidos activos a aquellos que contenían huevos, polluelos o ambos. Los nidos fueron marcados con una cinta flagging anclada a la superficie del suelo, a un metro del nido para su reconocimiento. Adicionalmente, se elaboraron fichas, siguiendo el modelo de Ralph et al. (1996), la primera para registrar la fecha de cada monitoreo con el contenido respectivo (huevos, polluelos, vacío) de los nidos activos encontrados en ese día, la información climática observada del día (soleado, nublado, con garúa, neblina), la georreferenciación de los nidos activos y observaciones adicionales. Y la segunda ficha con los datos de fechas y contenido para cada nido; en otras palabras, la ficha por nido, obtenida a partir de los datos de la primera ficha, esta última ficha ayudó a determinar los tiempos de huevos o polluelos dentro del nido.

4.2.2. Captura y anillamiento de individuos de *Geositta peruviana*

Para el reconocimiento de individuos y parejas de *Geositta peruviana* se capturaron algunos individuos con redes de neblina. Se utilizaron entre tres y seis redes de neblina por mes, durante enero hasta agosto del 2017. A los individuos capturados se les puso anillos de colores (amarillo, verde, rojo, blanco, plomo, entre otros), siendo puestos entre uno a dos anillos por individuos; en otras palabras, un color o una combinación de dos colores en un solo tarso o pata (Figuras 3 c y d). Esta actividad se realizó con una frecuencia de una a tres veces por mes y se tomaron datos básicos del individuo:

- ✓ Color de anillo y su localización en el tarso (izquierdo o derecho).
- ✓ Número de nido y número de la pareja identificada.
- ✓ Peso en gramos tomado con una balanza electrónica,
- ✓ Longitud del ala (cm) con una regla,
- ✓ Edad (adulto o juvenil), cuando fue posible determinarlo. Se consideró adulto cuando el plumaje estaba muy maltratado y por la presencia de parche de incubación o protuberancia de la cloaca, y juvenil cuando presentaba un plumaje fresco o nuevo y cuando se había observado el nido con juveniles a punto de salir del nido.
- ✓ Sexo (hembra o macho), cuando fue posible determinarlo. Las hembras durante el periodo reproductivo presentan parche de incubación que se nota cuando pierden las plumas del vientre y desarrollan un parche de piel vascularizado e hinchado para transferir calor a los huevos; mientras que, los machos presentan protuberancia cloacal agrandada o hinchada, útiles para la transferencia de esperma.

El anillamiento de individuos y los datos tomados siguieron las recomendaciones de la Guía de estudio del anillador de Norteamérica (North American Banding Council, 2003). Los datos fueron llenados en una ficha de registro y considerados para la identificación de los individuos.

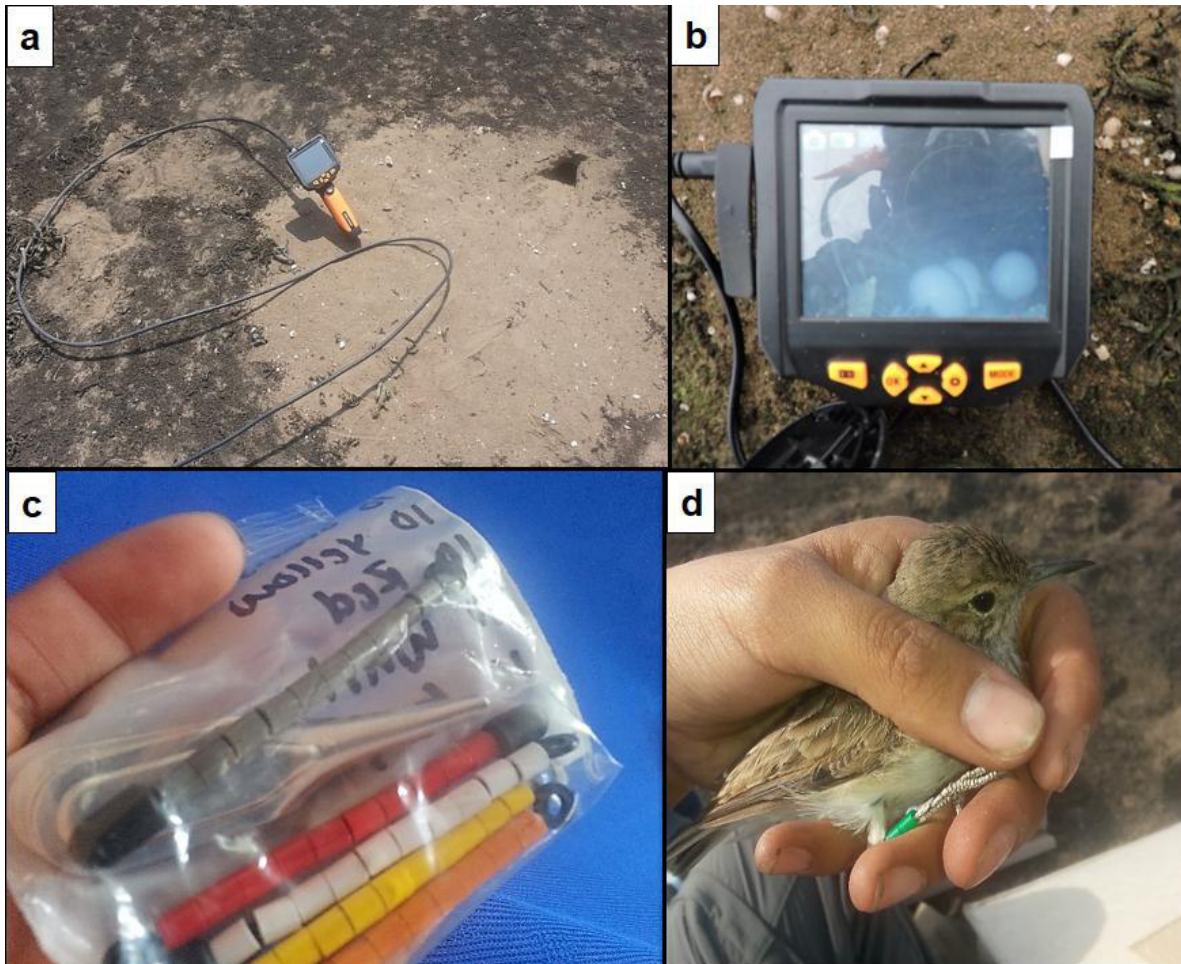


Figura 3. Monitoreo y anillamiento de nidos del “minero peruano” *Geositta peruviana* a) cámara sonda o boroscopio, b) inspección y monitoreo dentro del nido, c) anillos de colores utilizados y d) anillamiento de individuos.

4.2.3. Evaluación del periodo reproductivo

La evaluación del periodo reproductivo también se realizó con la micro cámara sonda, la cual fue introducida únicamente en los nidos activos. Se consideró como periodo reproductivo al tiempo transcurrido entre el primer nido encontrado activo (con huevos o polluelos) hasta el último registro de actividad del último nido activo. El periodo reproductivo incluyó tres periodos: puesta, incubación y polluelos dentro del nido. Estos periodos fueron tomados en base a la descripción de biología reproductiva de *G. poeciloptera* (Silva, 2015) para realizar las comparaciones respectivas. Se consideró el tiempo promedio para cada uno de los periodos (Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015).

Periodo de puesta:

Periodo de tiempo descrito desde el primer huevo hasta el último puesto. Se consideró el número de huevos puestos por nido.

Periodo de incubación: Periodo de tiempo desde el último huevo puesto hasta la eclosión del primero, estos datos se obtuvieron a partir del tiempo promedio de los nidos monitoreados

Periodo de polluelos dentro del nido: Periodo de tiempo entre la eclosión del primer huevo hasta que el último polluelo dejó el nido (Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015). También se consideró el número promedio de polluelos por nido y se describió el desarrollo de los polluelos luego de la eclosión siguiendo las descripciones de Costa (2011), Marini *et al.* (2012a), Silva (2015) para otras especies similares de la familia Furnariidae. Para la caracterización del desarrollo se consideró lo siguiente: aparición de las primeras plumas en el cuerpo, la mayor expresión de las comisuras labiales, apertura de los ojos, caminatas dentro y fuera del túnel, entre otros.

Debido a que los nidos eran túneles estrechos y profundos, no se pesaron los huevos y tampoco a los polluelos de los nidos activos.

4.2.4. Evaluación del éxito reproductivo

El éxito reproductivo se calculó usando el método tradicional mediante la obtención del porcentaje simple; es decir, dividir los nidos que han tenido éxito en relación con el total de nidos activos, el cual ha sido ampliamente usado en otros estudios sobre biología reproductiva (Costa, 2011; Marini *et al.*, 2012a; Silva, 2015). Se consideró que un nido fue exitoso si al menos un pichón logró independizarse.

También se calculó el éxito aparente de *Geositta peruviana* a partir de cuatro diferentes estimadores de éxito reproductivo siguiendo a Costa (2011):

- 1) Éxito de incubación: Probabilidad de un nido de tener éxito durante la incubación hasta la eclosión. Se calculó dividiendo los nidos con eclosión exitosa respecto al número total de nidos que fueron encontrados con huevos.
- 2) Éxito de polluelos: Probabilidad de un nido de tener éxito durante el periodo de polluelos dentro del nido. Se calculó dividiendo los nidos donde los polluelos abandonan el nido con éxito respecto al número total de nidos.
- 3) Tasa de eclosión de huevos: Se obtuvo de la división del número de huevos eclosionados, frente al total de huevos encontrados.
- 4) Tasa de éxito de polluelos: Se obtuvo de la división del número de polluelos que hayan abandonado el nido, frente al total de polluelos eclosionados (encontrados en incubación).

Se consideró que un nido fue depredado si el contenido, ya sean huevos o pichones, desapareció entre dos visitas consecutivas o si dentro del nido se encontraron restos de huevos o pichones, como cáscaras de huevos, plumas, sangre, entre otros.

Adicionalmente, también se consideró el número de intentos reproductivos por pareja; en otras palabras, el número de nidada o nidos con huevos por pareja ya sea que éstos sean exitosos o no.

4.2.5. Evaluación del Cuidado parental

Para la toma de datos del cuidado parental, se optó por la observación directa de los comportamientos durante el periodo reproductivo. Las observaciones se realizaron por la mañana y tarde. Un observador y un anotador se ubicaron a una distancia de 40 a 50 m de la entrada del nido. Se anotó en la hoja de registro: el número de nido, el color de anillo de los parentales, las condiciones climáticas, la hora de inicio y fin, los comportamientos y con un cronómetro, el tiempo en minutos y segundos.

Los comportamientos se caracterizaron con la ayuda de un etograma siguiendo algunos comportamientos establecidos por Hidalgo (2007) y complementados con otros observados en campo. Algunos de los comportamientos se eligieron en los meses iniciales del estudio, entre noviembre y marzo; sin embargo, la lista se completó durante el periodo reproductivo debido a que se reportó mayor actividad de los parentales. Se utilizaron 19 comportamientos distribuidos en 13 comportamientos principales (Tabla 1). Se consideraron como cuidado parental a aquellos comportamientos asociados al cuidado del nido, huevos y polluelos, en un radio de aproximado 100 m alrededor del nido, obtenido a partir de las distancias entre nidos de una misma pareja, que corresponderían al área de anidamiento. Asimismo, se incluyó la categoría de Ausentes (Aus), no como un comportamiento, sino como una categoría adicional cuando no se observaron a los parentales dentro del área de anidamiento, el cual permitió hacer comparaciones con el tiempo invertido en el cuidado parental.

Tabla 1. Tipos de comportamiento principal y secundario observados y su ubicación respecto al nido durante el periodo reproductivo entre los meses de junio a setiembre de 2017.

Nº	Comportamiento principal	Comportamiento secundario	Ubicación	Código
1	Caminando	-	Fuera del nido	Cami
2	Posado	-	Fuera del nido	Posa
3	Acicalándose	-	Fuera del nido	Acic
4	Construyendo agujero	-	Dentro del nido/ Fuera del nido	Const
5	Pelea	-	Fuera del nido/ En la entrada del nido	Pele
6	Baile territorial	-	Fuera del nido	Bte
7	Parentales dentro del nido	-	Dentro del nido	Dent
8	Entrando al nido	-	En la entrada del nido	Ent-nid
9	Observando al exterior del nido	-	En la entrada del nido	Obs-ext
10	Limpiando halo	-	En la entrada del nido	Ent-lim
11	Llamado	Llamado suave	Fuera del nido	Lla-sua
		Llamado y salto	Fuera del nido	Lla-sal
12	Alimentándose	Caminando y picoteando entre la vegetación	Fuera del nido	Ali-cami
		Persiguiendo alimento al vuelo	Fuera del nido	Ali-vue
		Alimentando polluelo	Dentro del nido/ Fuera del nido	Ali-pol
13	Volando	Vuelo corto	Fuera del nido	Vue-cor
		Vuelo largo	Fuera del nido	Vue-lar
		Vuelo entrando al nido	Dentro del nido/ Fuera del nido	Vue-ent
		Vuelo saliendo del nido	Dentro del nido/ Fuera del nido	Vue-sal
14	Ausentes *	-	Fuera del nido	Aus

(*): Ausentes no es un comportamiento, sino categoría adicional.

A continuación, se describen los comportamientos:

1. Caminando (Cami): cuando el individuo realizó caminatas rápidas por unos segundos, se detiene y vuelve a realizar caminatas rápidas.
2. Posado (Posa): se observó individuos posados sin realizar actividades, generalmente encima de una roca o montículo o también afuera de agujeros inactivos (Figura 4 d).
3. Acicalamiento (Acic): cuando el individuo utiliza el pico para acomodarse entre las plumas de espalda, cola y flancos, también sacude el cuerpo o eriza el cuerpo.
4. Construyendo agujero (Const): cuando los parentales escavan la superficie del suelo, ya sea para conseguir alimento o conseguir material para llevar al nido. No fue considerado dentro de la etapa de construcción del nido, debido a que en esa etapa los parentales estuvieron dentro del nido.
5. Pelea (Pele): es un comportamiento agresivo, es cuando los parentales persiguen o empujan a otros individuos generalmente cerca a la entrada del nido, pero también en los alrededores del nido o dentro del territorio de los parentales.
6. Baile territorial (Bte): este comportamiento consiste en una serie de bailes repetitivos de dos individuos uno frente al otro, agachando la cabeza, levantando y bajando la cola y alas, a veces picoteando entre la vegetación (Figura 4 c)
7. Parentales dentro del nido (Dent): cuando los padres estaban dentro del nido ya sea durante el periodo de incubación o durante el periodo de polluelos dentro del nido. Se consideró como un comportamiento de cuidado parental tanto en el periodo de construcción del nido, incubación y periodo de polluelos. Debido a que durante la incubación se supone que los parentales entran a incubar o brindar calor a los huevos; mientras que, durante el periodo de polluelos, los polluelos son muy activos y piden

constantemente alimento, por lo que hace suponer que los padres estaban dentro alimentando a los polluelos.

8. Entrando al nido (Ent-nid): cuando los parentales estaban caminando hacia el nido o estaban en la entrada del nido. Llevando alimento o material al nido (Figura 4 b y Figura 5 a y d).
9. Observando al exterior del nido (Obs-ext): cuando los parentales o polluelos mostraban una parte del cuerpo en la entrada de la cavidad (Figura 5 c).
10. Limpiando halo (Ent-lim): cuando los parentales limpiaban el halo de arena que salió del agujero, movían el cuerpo de lado a lado con el vientre y flancos en la arena. 11.
11. Llamado:

11a. Llamado suave (Lla-sua): son emisiones de sonidos suaves como un *kuiit* rechinado.

11b. Llamado y salto (Lla-sal): cuando realizaban un salto y emitían un llamado, realizado generalmente cuando había otro individuo cerca al territorio, también puede ser considerado un llamado de alerta.

12. Alimentación:

12a. Caminando y picoteando entre la vegetación (Ali-cami): cuando el individuo picoteaba entre la vegetación y caminaba (Figura 5 e).

12b. Persiguiendo alimento al vuelo (Ali-vue): cuando realizaban vuelos de persecución a insectos (Lepidópteros).

12c. Alimentando polluelo (Ali-pol): cuando los adultos alimentaban a los polluelos en la entrada del nido o cerca del nido (Figura 4 a).

13. Volando:

13a. Vuelo corto (Vue-cor): cuando realizaban vuelos bajos, generalmente hacia un lugar dentro del rango de visión del observador.

13b. Vuelo largo (Vue-lar): cuando realizaban vuelos hacia lugares donde ya no se les podía observar, generalmente cuando cruzaban las lomas.

13c. Vuelo entrando al nido (Vue-ent): cuando aparecían volando directo a la entrada del nido.

13d. Vuelo saliendo del nido (Vue-sal): cuando salían velozmente del nido.

También incluye cuando salían del nido caminando rápido (Figura 5 b)

14. Ausentes (Aus): cuando no se visualizaban a los parentales dentro del área de anidamiento o cercano al nido, durante incubación y el periodo de polluelos.

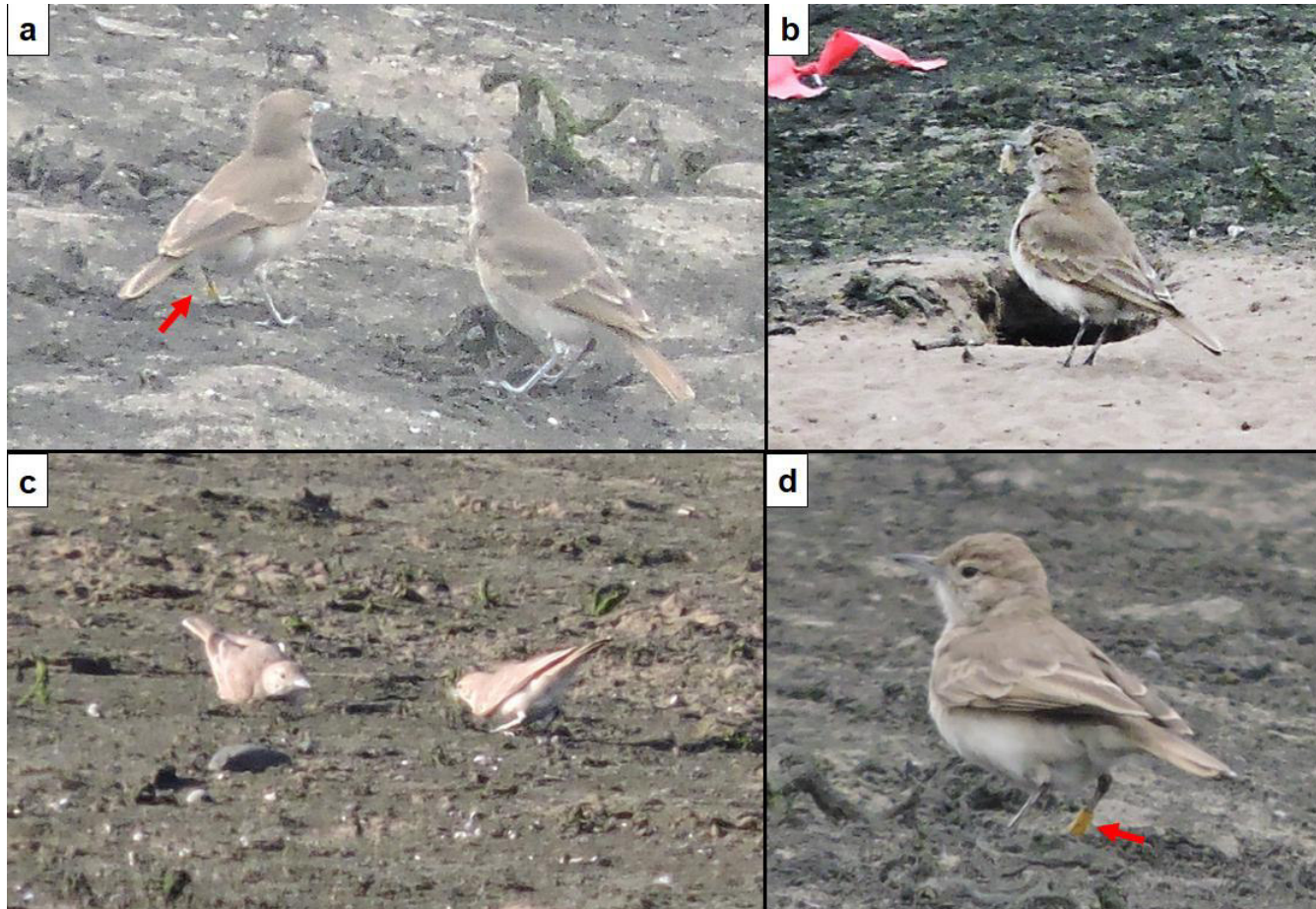


Figura 4. Comportamientos del “minero peruano” *Geositta peruviana*: (a) Adulto anillado (flecha) alimentando a polluelo, (b) adulto en la entrada del nido con alimento en el pico, (c) baile territorial entre hembras de distintos nidos, y (d) adulto posado.

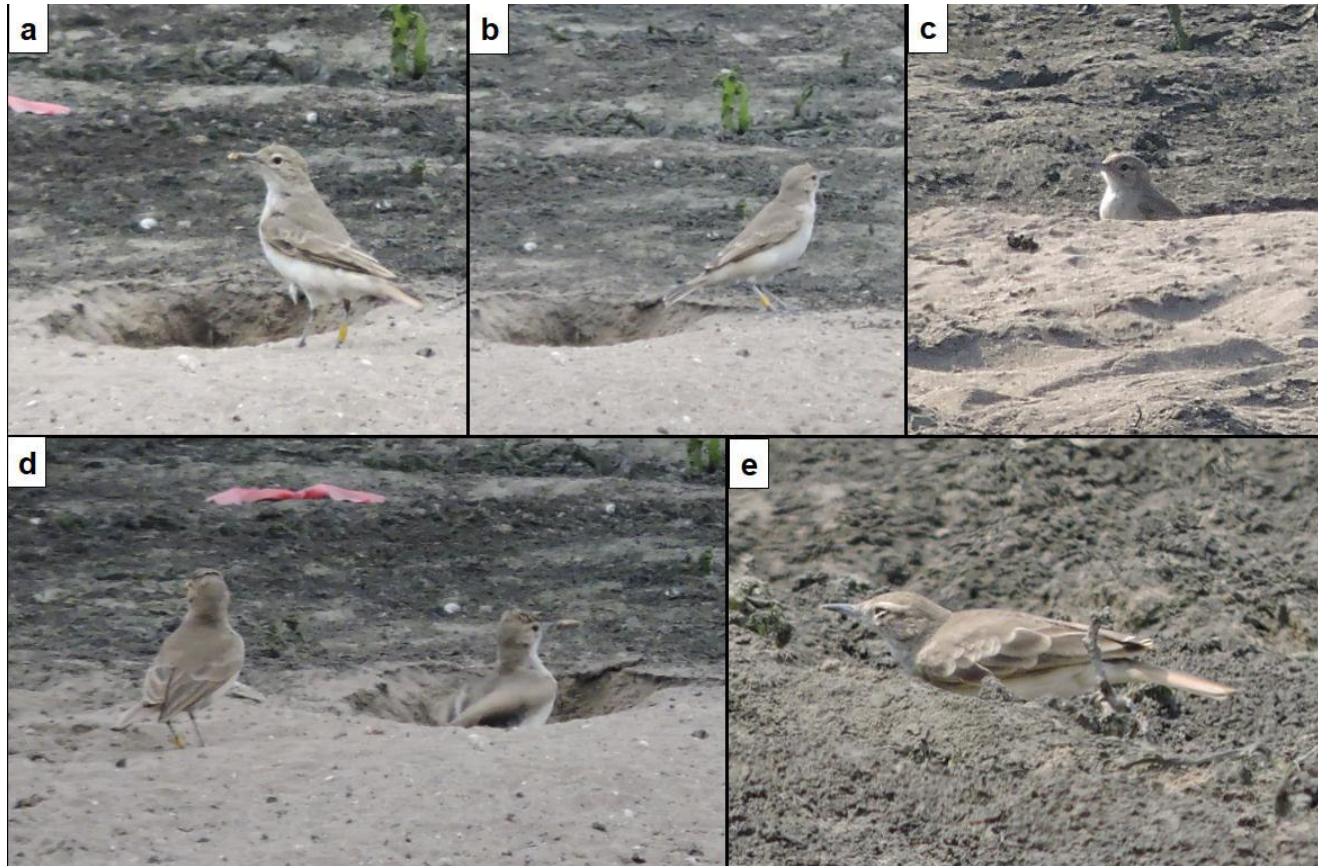


Figura 5. Comportamientos del “minero peruano” *Geositta peruviana* (a) entrando al nido con material en el pico, (b) saliendo del nido, (c) en la entrada con la observando al exterior del nido, (d) ambos parentales en la entrada del nido; (e) alimentándose y caminando.

Tiempo invertido en el cuidado parental:

Corresponde a la duración de los comportamientos dentro del nido y dentro del área de anidamiento en cada periodo: construcción, incubación, polluelos dentro del nido. Comparando el tiempo invertido en el cuidado parental con la categoría de Ausentes. Así también, se describe la frecuencia de cada comportamiento (número de observaciones o número de veces que fue observado) y la cantidad de tiempo invertido en cada comportamiento (Tabla 1), calculado a partir del tiempo invertido para cada comportamiento entre el tiempo total de cada periodo (en porcentajes), y finalmente datos adicionales de campo

4.2.6. Caracterización de nidos

La caracterización de nidos fue determinada luego de conocer si los nidos eran activos (con presencia de huevos o polluelos). Se caracterizaron tanto externamente como internamente.

Caracterización externa: Se consideraron todos los nidos activos encontrados en el estudio y se tomaron los siguientes datos:

- ✓ Ubicación: cada nido se georreferenció con un GPS.
- ✓ Halo de arena: formado por la arena de la excavación del agujero. Se midió la longitud desde la entrada del agujero hasta el borde más extremo del halo (y = largo) y entre los bordes extremos perpendiculares a la anterior medida (x = ancho) (Figura 6 a).
- ✓ La entrada de la cavidad: se midió el ancho de la entrada y el alto de la entrada (Figura 6 b).
- ✓ Se midió la orientación de la entrada del nido con brújula.

Caracterización interna: Se realizó después que los polluelos abandonaron el nido o se tenga la certeza de que los parentales abandonaron el nido. A todos los nidos se les midió la profundidad

total del túnel usando una cinta métrica de 5 m. Además, se desenterraron algunos nidos abandonados para conocer la orientación interna del túnel, la cámara de incubación y el material dentro de nido. Los nidos se describieron siguiendo a Simon y Pacheco (2005) y se esquematizaron en base a los modelos de nidos hipogeos o aquellos realizados en el suelo según Dorst (1956) y Salvador *et al.* (1984).

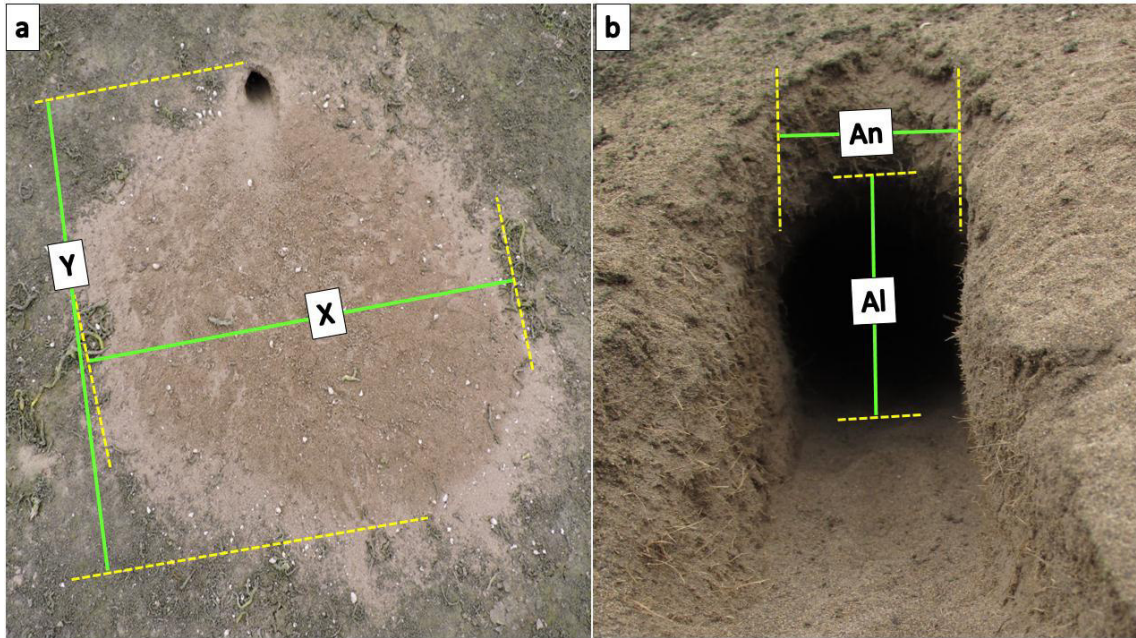


Figura 6. Caracterización de nidos del “minero peruano” *Geositta peruviana*: a) ancho (X) y largo (Y) de halo de arena, y b) ancho (An) y alto (Al) de entrada del nido.

4.2.7. Distribución de nidos

Todos los nidos con actividad reproductiva fueron georreferenciados para determinar su distribución espacial para lo cual se graficó la distribución de los nidos de *Geositta peruviana* versus la distribución de nidos de otras especies de lomas que anidaron alrededor. Los mapas se realizaron usando el software QGIS versión 3.6.1 (QGIS Development Team 2018).

También se evaluó la distribución vertical de los nidos para facilitar un mejor entendimiento de la posición de los nidos en las zonas altas o bajas de las lomas. Para ello, se realizaron esquemas de las pendientes características del área de evaluación.

V. RESULTADOS

5.1. Registro y anillamiento

Registro de nidos: Se identificaron 43 nidos activos pertenecientes a 26 parejas. Del total de nidos identificados, se determinó que 15 parejas realizaron un nido, cinco parejas dos nidos y seis parejas tres nidos. De los 43 nidos, se monitorearon 42, debido a que un nido midió más de 3 m de longitud, y en ese momento se contaba con una cámara sonda de 3 m.

Anillamiento: Entre enero y agosto del 2017 se capturó, anilló y liberó un total de 48 individuos los cuales están listados en el Anexo 9. Sin embargo, del total solo 29 de los individuos, entre adultos y juveniles, fueron observados durante época reproductiva. De estos, 24 individuos pertenecieron a 18 parejas; lo que quiere decir, que seis parejas (ambos parentales) fueron anillados y 12 parejas con solo uno de ellos fue anillado. Mientras que, de los cinco individuos restantes, uno fue un adulto anillado cerca de un nido (no parental del nido) y cuatro fueron juveniles, de los cuales, tres se anillaron el mismo día que salieron del nido y el cuarto fue encontrado cerca a uno de los nidos monitoreados. Ocho de las 26 parejas registradas no fueron anilladas.

5.2. Periodo reproductivo

El periodo reproductivo se extendió aproximadamente en 163 días, desde mayo hasta inicios de octubre. Esta aproximación se realizó considerando que el 25 de mayo se encontró un nido con dos polluelos de unos 6 días aproximadamente; por este motivo, se estimó que la puesta de huevos de este nido fue durante los primeros días de mayo. Mientras que, el término del periodo reproductivo se registró el 10 de octubre, ya que fue el último día que se observó polluelos dentro de un nido. También por estas fechas se observaron nidos con huevos abandonados.

5.2.1. Periodo de puesta:

El tamaño de nidada fue de 2 a 4 huevos (promedio: 3.27 ± 0.58 huevos; $n = 31$ nidos). Se encontraron 18 nidos con tres huevos cada uno, seguido de 10 nidos con cuatro huevos y tres nidos con dos huevos. No obstante, también se encontró un nido con un huevo, el cual se asumió que fue abandonado ya que luego de varios días de monitoreo éste seguía solo, sin material dentro del nido (restos vegetales u animales), y sin parentales cercanos al nido. Por lo tanto, no fue tomado en cuenta para los análisis ya que no se completó la puesta.

Los huevos son de forma piriforme, de color blanco y no presentan marcas. Se colectó un número de 6 huevos, uno se encontró afuera de un nido, el resto cuando se desenterró dos nidos abandonados para su descripción. Las medidas promedio de los huevos fueron de 20.7 mm de ancho ($n=6$) y 16.2 mm de largo ($n=6$) (Figura 7).

La postura o periodo de puesta de los huevos se realizó en intervalos de uno a dos días; en otras palabras, ponen un huevo al día, al siguiente o subsiguiente día ponen otro hasta completar su puesta (Figura 7). Solo se observó puesta completa a seis nidos, siendo este periodo entre cuatro a siete días; sin embargo, estos seis nidos presentaron tamaños de nidada de 3 a 4 huevos, faltando la información del periodo de puesta de dos huevos. En un nido adicional a los seis mencionados, se observó desde el primer huevo puesto, pero no se tuvo certeza de cuando se completó la puesta ya que un parental estuvo dentro del nido, dando impresión que la puesta duró más de 10 días, siendo finalmente abandonado este nido.

Los adultos llevan material al nido después del segundo o tercer huevo puesto, realizando varias visitas y permaneciendo cerca de 10 minutos dentro del mismo.

5.2.2. Periodo de incubación:

Se observó que la incubación la realizan ambos parentales y tiene una duración de 14 a 17 días (promedio: 15.1 días \pm 0.74, n= 8). Se reportaron ocho nidos abandonados en incubación, de los cuales, seis fueron abandonados al final de la temporada reproductiva, días después de haber completado la puesta

La mayoría de parejas fueron tolerantes a la presencia de la cámara sonda u boroscopio, algunas inclusive estaban dentro del nido y no mostraron signos de estrés. Sin embargo, al inicio de la temporada reproductiva se registraron tres casos donde alguno de los parentales salió del nido por la presencia de la cámara. A partir de estas observaciones, se optó por introducir la cámara con mayor cuidado, reduciendo el número de personas que operaban la cámara a dos o a una persona, dando mejores resultados.



Figura 7. Periodo de puesta o postura de huevos del “minero peruano” *Geositta peruviana*: huevos dentro del nido (a-d), parental incubando (e).

5.2.3. Periodo de polluelos dentro del nido:

Se observó que la eclosión es asincrónica, eclosionando cada día un huevo. El número de días dentro del nido fue de 19 a 33 días (promedio: 25.6 ± 2.89 días, $n = 23$). Generalmente cuando los juveniles salen del nido se movilizan en grupos de 2 a 4 cerca de los territorios de los parentales, pero duermen en otros agujeros, como agujeros antiguos que son limpiados por ellos mismos; sin embargo, en un nido se reportó que un juvenil regreso a los 36 días de vida a dormir en su nido. Luego de unos días, los juveniles abandonan los territorios de los parentales.

El periodo desde la eclosión hasta la salida de los polluelos de *Geositta peruviana* comprende diversos cambios en su desarrollo, los cuales se describen a continuación:

- **Día 1° al 3°:** Los polluelos nacen casi desnudos, presentan la piel rosada, plumones en la frente y el dorso de color blanquecino, los ojos cerrados, el pico de color rosado y con comisuras labiales poco notorias. El segundo día se va haciendo más notoria la presencia de comisuras labiales blanco-amarillas (Figura 8 a y b).
- **Día 4° al 5°:** Los cañones de las plumas remeras y timoneras comienzan a aparecer (Figura 8 c), suelen moverse mucho hacia los lados cuando sienten la presencia de los parentales para que los alimenten.
- **Día 6° al 12°:** Los cañones de las plumas van apareciendo en varias zonas del cuerpo, entre el día 8 y 9 abren completamente los ojos (Figura 8 d). Cerca al día 10 los polluelos caminan hasta la mitad del nido y a veces cerca de la entrada, emitiendo chillidos para poder ser alimentados por los parentales.
- **Día 13° al 14°:** Los cañones ya se encuentran por casi todo el cuerpo y las plumas van emergiendo de los cañones (Figura 8 e).

- **Día 15° al 16°:** Las plumas van creciendo en simultáneo (Figura 8 f), en estos días también se evidencian heces afuera del nido, ya que los polluelos comienzan a salir a la entrada del nido.
- **Día 17° al 18°:** Entre el día 17 y 18 ya no se distingue la comisura labial y el plumaje está casi completo (Figura 8 g), los polluelos son ya volantones que salen de nido y se movilizan alrededor de la entrada.
- **Día 19° al 33°:** A partir del día 19 los polluelos muestran un plumaje completo, muy similar a un adulto, pero con un plumaje fresco, esto quiere decir, con colores vivos como por ejemplo la superciliar muy amarilla (Figura 8 h) a diferencia de adultos con plumaje gastado (opaco). A partir de esta etapa algunos polluelos abandonan el nido; mientras que, otros se movilizan cerca del nido y siguen siendo alimentados por los parentales hasta que abandonan el nido.

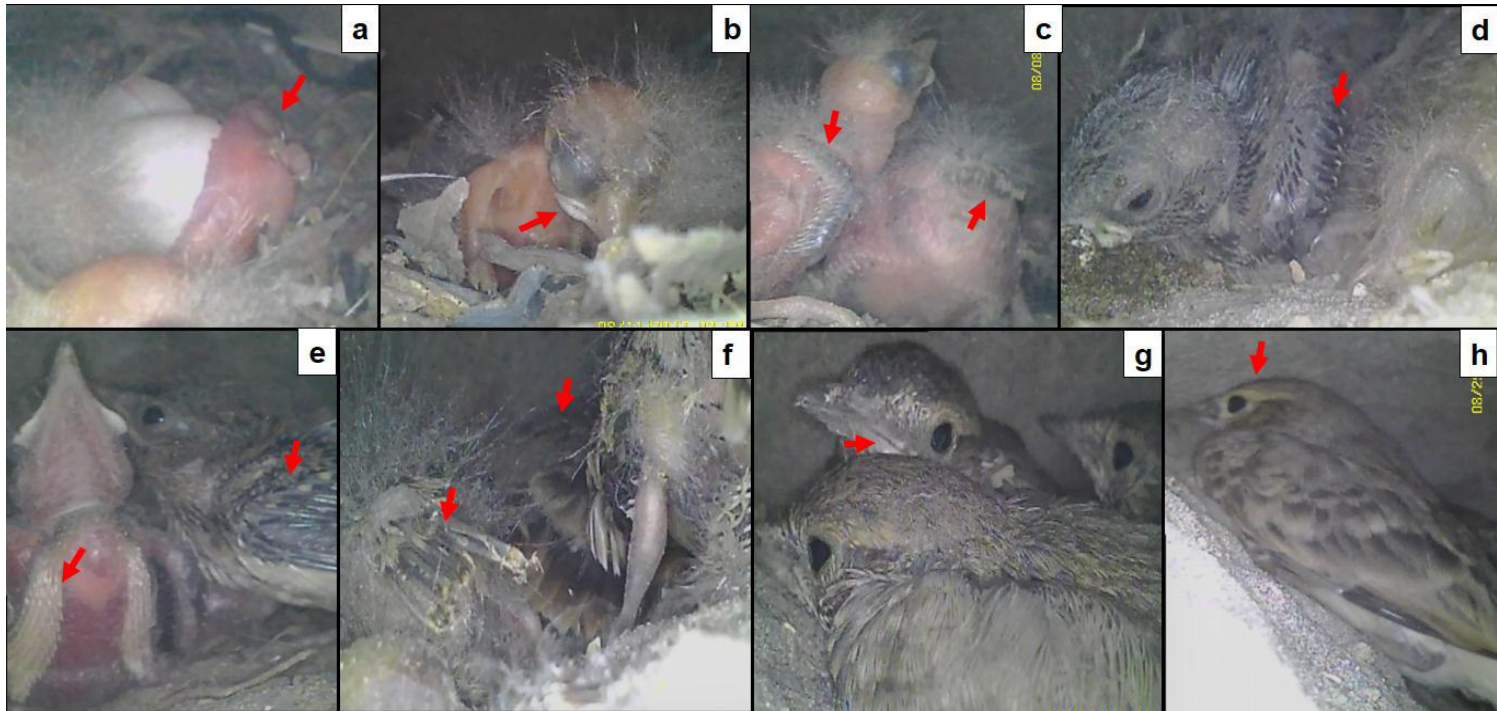


Figura 8. Desarrollo de polluelos del “minero peruano” *Geositta peruviana* (a) día 1°: polluelo recién eclosionado, (b) día 2° - 3°: comisura labial notoria y plumones en el cuerpo, (c) día 4° - 5°: cañones en remeras (alas) y timoneras, (d) día 6° - 13°: cañones saliendo alrededor del cuerpo y ojos abiertos, (e) día 13° - 14°: cañones creciendo en simultáneo, (f) día 15° - 16°: plumas creciendo en simultáneo, (g) día 17° - 18°: plumaje casi completo y comisura labial desaparece, (h) día 19° - 33°: volantón con superciliar bien notoria, plumaje fresco.

5.3. Éxito reproductivo

De los 42 nidos monitoreados, solo 32 (76.2 %) nidos presentaron al menos un polluelo exitoso, mientras que 10 nidos (23.8 %) no tuvieron éxito, de los cuales el 80% (n = 8) fueron abandonados en la etapa de incubación, o los huevos no eclosionaron, siendo esta la principal causa del no éxito (ver ANEXO 10). Mientras que, el 20% (n = 2) restante fue depredado por *Athene cunicularia*, “lechuza terrestre” en la etapa de polluelos. Los nidos depredados mostraron evidencias de rasguños por todo el túnel y en la cámara de incubación se encontraron restos de plumas.

También se observó que *A. cunicularia* no solo excava los nidos para alimentarse de polluelos, sino que también los utiliza como dormitorios. Este comportamiento fue registrado en dos nidos del “minero”, uno tenía polluelos en su interior y el otro ya estaba desocupado.

De 32 nidos activos se determinó que el éxito de incubación fue del 75 % (n = 24 nidos con huevos). Mientras que de los 34 nidos hallados con polluelos; vale decir, los nidos hallados ya con polluelos más los registrados desde la eclosión, tuvieron un éxito de salida del nido del 94 % (n = 32 nidos con polluelos).

Se determinó una tasa de eclosión de 0.66, que corresponde a los 67 huevos eclosionados de un total de 101 huevos encontrados. Mientras que, la tasa de éxito de polluelos fue de 0.91, obtenido de los 61 polluelos que salieron con éxito del nido del total de los 67 huevos eclosionados, siendo considerados los encontrados en incubación.

Por otro lado, se observaron dos casos, en distintos nidos, donde uno de los tres polluelos dentro de cada nido fue encontrado muerto, siendo estos nidos exitosos por la sobrevivencia de los otros polluelos. Los polluelos tenían cerca de doce días de eclosionados y no se observó evidencia de parásitos dentro del nido. En las siguientes visitas se observó que los polluelos muertos fueron

enterrados con arena y material del nido, pudiendo potencialmente ser enterrados por los parentales o hermanos mayores. Así también, al final de la temporada reproductiva y en zonas fuera del área de monitoreo y fuera de los nidos evaluados, se encontraron en dos ocasiones polluelos muertos de unos 3 a 5 días de eclosionados, afuera de los agujeros, indicando el abandono de los parentales.

Respecto al número de nidadas, de las 26 parejas identificadas, se pudo determinar que 21 parejas que obtuvieron éxito en el primer intento, con al menos un polluelo saliendo del nido, 11 realizaron un segundo intento reproductivo con ocho nidos exitosos. Luego, de estas mismas ocho parejas, seis realizaron un tercer intento; sin embargo, solo tres parejas obtuvieron éxito y las otras tres abandonaron sus nidos durante la incubación.

5.4. Cuidado parental

Se observó que cuidado parental estuvo a cargo de ambos parentales. De las horas de observación se contabilizó un total de 36 h 12 min, para seis nidos que pertenecían a 5 parejas. En este tiempo se registraron comportamientos durante el periodo de puesta, periodo de incubación, periodo de polluelos dentro del nido, y un día se pudo observar comportamientos asociados a la construcción y limpieza del nido. El tiempo mínimo de observación por día fue de 59 minutos, las fechas y detalles de cada nido evaluado se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Tiempo de observación de parejas del “minero peruano” *Geositta peruviana* por nidos ocupados, fechas, periodo de reproducción, individuo observado y tiempo de observación.

Pareja	Nido	Fecha	Estado	Individuo Observado	Tiempo	Tiempo Total
Pareja #2	1122*	24/06/2017	Incubación	Ambos + polluelo**	3:22:00	22:29:00
		25/06/2017	Incubación	Ambos + polluelo**	1:53:00	
		30/06/2017	Incubación	Hembra	1:59:00	
		12/07/2017	Polluelos	Hembra	1:00:00	
		13/07/2017	Polluelos	Hembra	0:59:00	
		14/07/2017	Polluelos	Hembra	1:00:00	
		27/07/2017	Polluelos	Ambos + polluelo	2:06:00	
		28/07/2017	Polluelos	Ambos + polluelo	1:00:00	
	1408*	09/08/2017	Construcción	Ambos	2:55:00	
		06/09/2017	Polluelos	Hembra+ polluelo	6:15:00	
Pareja #3	1386	27/07/2017	Incubación	Ambos	1:18:00	4:50:00
		28/07/2017	Incubación	Hembra	0:59:00	
		09/08/2017	Polluelos	Ambos	2:33:00	
Pareja #5	1362	12/07/2017	Incubación	Hembra	2:58:00	2:58:00
Pareja #18	1394	08/08/2017	Polluelos	Hembra + polluelo	2:02:00	2:02:00
Pareja #11	1396	08/08/2017	Incubación	Ambos	1:43:00	3:53:00
		09/08/2017	Incubación	Ambos	2:10:00	
TOTAL						36:12:00

*El nido 1122, corresponde a la segunda nidada de la pareja #2 y el 1408 corresponde a la tercera nidada

** El polluelo fue un volantón de la primera nidada.

De las horas totales de observación, para el periodo de construcción se contabilizaron 2h 55m (8.06%), para incubación 16 h 22 min (45.21%) y para el periodo de polluelos dentro del nido 16h 55m (46.73%). El periodo de construcción presentó menor tiempo ya que solo se observó una sola vez a una pareja; mientras, que durante la incubación y periodo de polluelos se realizaron 8 observaciones a 4 parejas respectivamente (Tabla 2).

Respecto al número de nidadas observadas, solo se observaron la segunda y tercera nidada de la pareja # 2, y una de las nidadas del resto de parejas observadas. En la pareja # 2, fue notoria la ausencia del macho luego de la eclosión de los huevos, posiblemente asociado con el trabajo de ir y realizar la construcción del último nido (Tabla 2). Respecto a la frecuencia de observar a ambos parentales contribuir con el cuidado parentales, para todos los casos se observó a la hembra (17 en total). De estos, en nueve ocasiones se observó a ambos parentales; mientras que, en el resto la hembra solo participó o en algunas ocasiones algún polluelo estaba participando (Tabla 2). Así también, un polluelo que había salido de los primeros nidos realizó llamados cerca de la segunda nidada para pedir alimento a los parentales que estaban incubando en el segundo nido. Dentro de las observaciones realizadas, no registró ningún comportamiento de cortejo o cópula en este estudio.

5.4.1. Tiempo invertido en la construcción del nido:

Para este periodo solo se realizaron un total de 2 h 55 min de observación para un solo nido y en una sola fecha; es así que, por tener el menor tiempo de observación, se explicará en esta sección, sin compararla con el resto de los periodos. Se asumió que dentro del nido los parentales realizaban la construcción del nido, debido a que en la entrada realizaron la limpieza del halo de arena, que consistió en frotar el cuerpo en la arena

Durante la observación se pudo determinar que ambos parentales trabajaron en esta etapa; donde la categoría de Ausentes (Aus) fue la de mayor porcentaje de tiempo con 91%, seguido del comportamiento de “Limpieza de la entrada del nido” (Ent-lim) con 4%, y “Dentro del nido” con 3% (Figura 9). Este nido perteneció a la tercera nidada de la pareja #2 y se encontraba en las últimas etapas de su construcción, ya que en la siguiente visita el nido presentó un huevo. En general, sería necesario realizar más observaciones durante esta etapa,

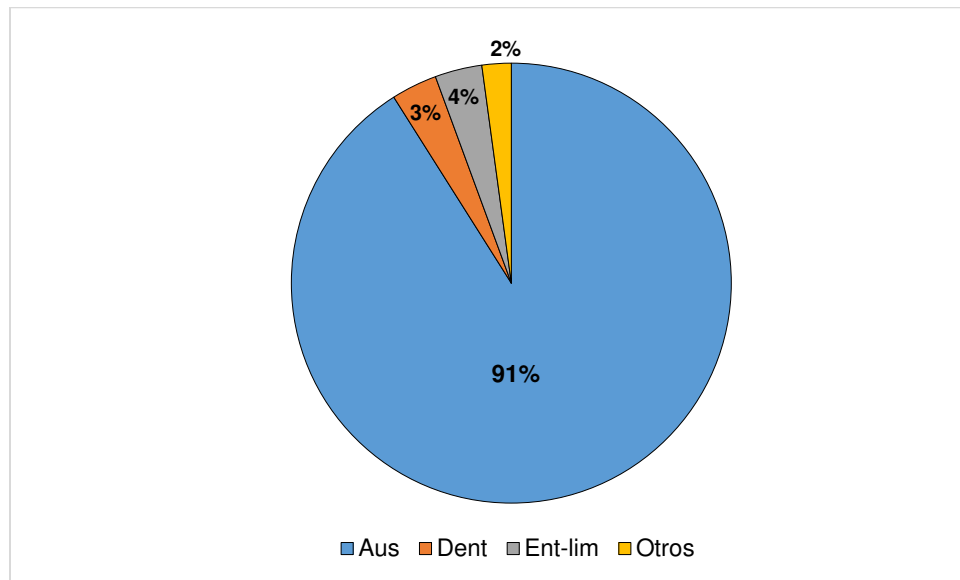


Figura 9. Porcentaje de tiempo invertido en los comportamientos durante la construcción de un nido del “minero peruano” *Geositta peruviana*.

5.4.2. Tiempo invertido en el cuidado parental:

El cuidado parental durante el periodo de incubación fue mayor (61.99%) que el tiempo que estuvieron ausentes (38.01%); mientras que, durante el periodo de polluelos la categoría de ausentes (57.46%) fue mayor que el cuidado parental (42.54%) (Figura 10). Así también, la

frecuencia de la categoría Ausentes, fue mayor durante el periodo de polluelos (86 observaciones) que durante la incubación (36 observaciones). En general, se observó mayor porcentaje de cuidado parental en el periodo incubación que durante el periodo de polluelos dentro del nido.

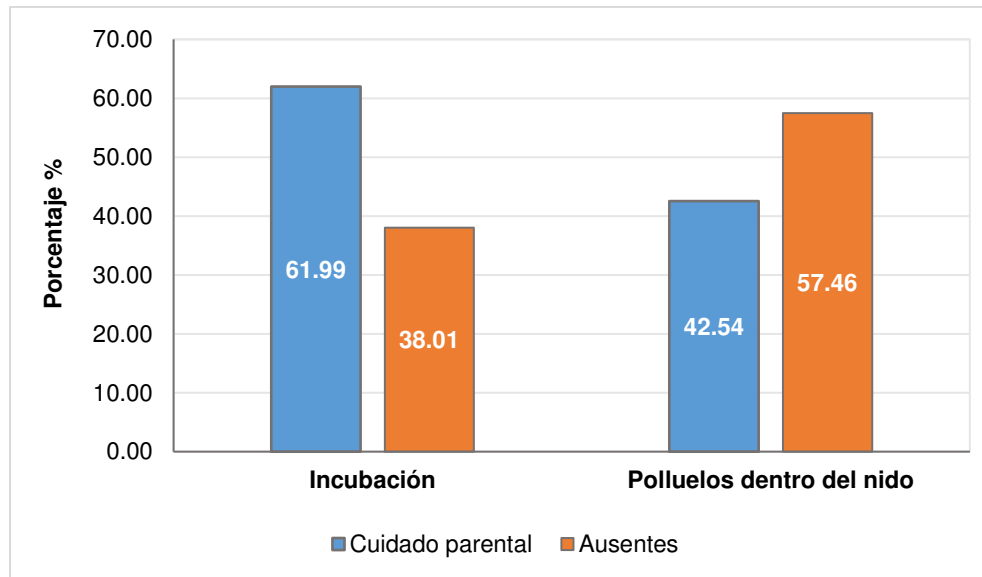


Figura 10. Porcentaje de tiempo invertido en el cuidado parental y el comportamiento ausentes durante el periodo de incubación y periodo de polluelos de “minero peruano” *Geositta peruviana*.

5.4.3. Tiempo invertido durante la incubación y el periodo de polluelos:

Frecuencia de comportamientos:

El comportamiento más frecuente durante el periodo de incubación fue “Alimentarse-caminando” (Ali-cami), seguido de “Dentro del nido” (Dent) y “Entrando al nido” (Ent-nid); y para el periodo de polluelos dentro del nido fue la categoría de “Ausentes” (Aus) seguido de “Vuelo-largo” (Vue-lar) y de “Caminar y alimentarse entre la vegetación” (Ali-cami) (Figura 11). Durante la incubación es muy frecuente observarlos realizar actividades cercanas al nido, como los comportamientos mencionados; mientras que, durante el periodo de polluelos no es tan frecuente observarlos cerca del territorio del nido, por lo que es más frecuentes no observarlos. La frecuencia de cada comportamiento se menciona como número de observaciones o número de veces que se observó tal comportamiento, estos datos también están mencionados en la siguiente sección de tiempo invertido por cada comportamiento.

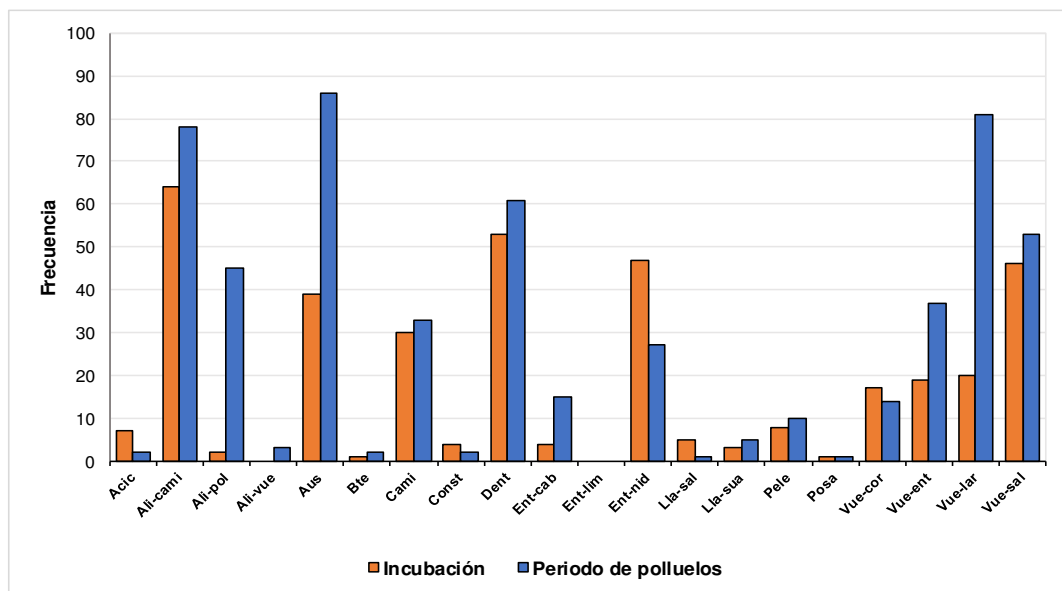


Figura 11. Histograma de las frecuencias de comportamientos durante el periodo reproductivo del “minero peruano” *Geositta peruviana* en las fases de incubación y periodo de polluelos dentro del nido.

Tiempo invertido por cada comportamiento

. No se pudo distinguir los comportamientos entre hembras y machos para todos los comportamientos (sólo en algunos casos) ya que las actividades suelen ser muy rápidas. La cantidad de tiempo para todos los comportamientos se puede ver en el Anexo 12.

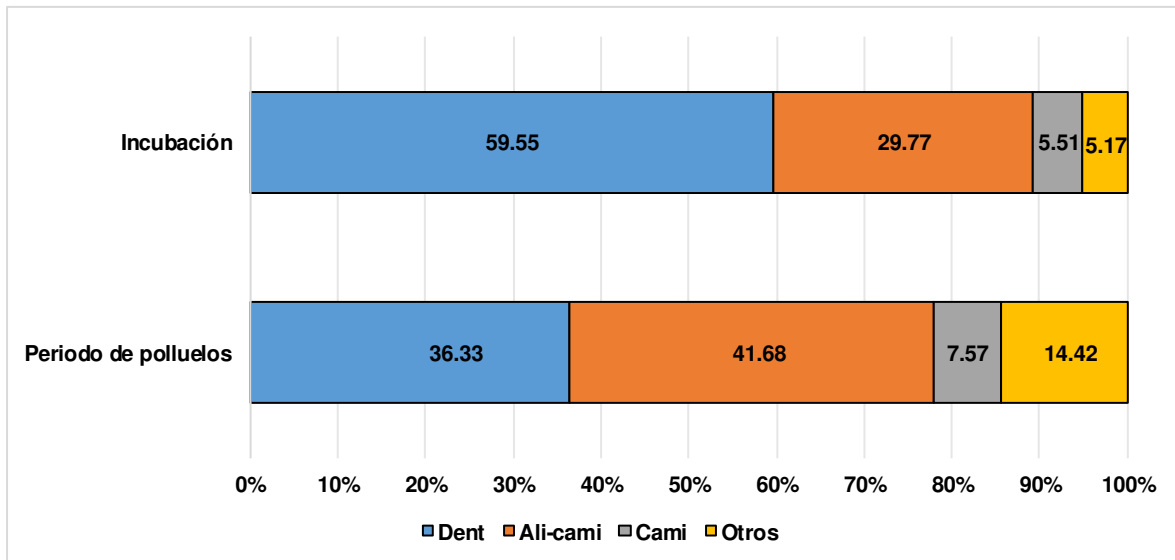


Figura 12. Porcentaje de tiempo invertido en los comportamientos durante incubación y periodo de polluelos del “minero peruano” *Geositta peruviana*. Comportamientos: Parentales dentro del nido (Dent), Alimentándose y caminando (Ali-cami), Caminando (Cami).

Los comportamientos con más tiempo invertido en ambos periodos fueron: Parentales dentro del nido (Dent), Caminando y picoteando entre la vegetación (Ali-cami) y Caminando (Cami) y el resto de comportamientos presentaron porcentajes menores tanto en incubación (5.17%) como durante el periodo de polluelos (14.42%). Las observaciones se describen a continuación, con datos adicionales de la frecuencia y observaciones adicionales de campo:

5.4.3.1. Parentales dentro del nido (Dent):

Se determinó un mayor porcentaje de tiempo invertido durante el periodo de incubación (59.55%) que durante el periodo de polluelos (36.33%) (Figura 12). Por otro lado, la frecuencia o número de observaciones para cada periodo fue distinta, siendo un poco mayor durante el periodo de polluelos (61 observaciones) que durante el de incubación (53 observaciones), a pesar que las horas de observación para cada periodo fue similar. Asimismo, este comportamiento fue importante debido a que fue el comportamiento del cuidado parental con mayor porcentaje durante la incubación y el segundo durante el periodo de polluelos.

5.4.3.2. Alimentación:

Los parentales invierten tiempo en conseguir alimento que básicamente consiste en larvas, adultos o pupas de Lepidópteros. Esta categoría agrupa tres comportamientos:

a) Caminando y picoteando entre la vegetación (Ali-cam):

Los parentales invirtieron una parte significativa de tiempo en este comportamiento, siendo mayor durante la incubación (29.77%) que durante el periodo de polluelos (41.68%). Sin embargo, esta actividad durante el periodo de polluelos tuvo una mayor frecuencia de observaciones, respecto a la incubación (78 y 64 observaciones respectivamente). Asimismo, este comportamiento también fue importante ya que fue el comportamiento del cuidado parental con mayor porcentaje durante el periodo de polluelos y el segundo para la incubación (Figura 12).

b) Persiguiendo alimento al vuelo (Ali-vue):

Este comportamiento solo se observó durante el periodo de polluelos con tres observaciones durante toda la evaluación (0.93%). Se observó a la hembra de la pareja # 2, realizar este comportamiento para los nidos de la segunda y tercera nidada.

c) Alimentando polluelo (Ali-pol):

Los parentales invirtieron tiempo alimentado a los polluelos durante el periodo de polluelos dentro del nido con 1.52% y un número de 45 observaciones. Mientras que, durante la incubación del segundo nido (nido 1122) de la pareja # 2, se registró un volantón de aproximadamente unos 24 días, salido del primer nido, pidiendo alimento a uno de los parentales. Un parental se acercó al polluelo que estaba a unos 20 metros del segundo nido (en incubación) y lo alimentó, por este motivo el porcentaje de tiempo en alimentar a polluelos durante incubación fue de 0.06%).

5.4.3.3. Entrando al nido (Ent-nid):

Este comportamiento se observó con mayor frecuencia durante la incubación (47 observaciones y 1.04%) que durante el periodo de polluelos (27 observaciones y 0.68%). Según lo observado, los parentales tienden a estar más alertas y vigilantes durante la incubación.

5.4.3.4. Observando al exterior del nido (Obs-ext):

Fue más frecuente durante el periodo de polluelos (15 observaciones) y con un porcentaje de tiempo invertido de 2.69%; se observaron a parentales y polluelos del nido 1408, observando al exterior del nido. Mientras que, durante la incubación la frecuencia y el porcentaje fue menor con 4 observaciones y 0.14% respectivamente, ya que solo lo realizan los parentales aparentemente a modo de vigilancia.

5.4.3.5. Pelea (Pele):

Este comportamiento agresivo solo fue observado entre individuos de la misma especie. Generalmente se dio cuando individuos de otros territorios están cerca o en la entrada del nido. El tiempo invertido fue similar durante el periodo incubación (8 observaciones y 0.33% de tiempo invertido) y el de polluelos (10 observaciones y 0.41% de tiempo invertido).

5.4.3.6. Baile territorial (Bte):

Fue observado entre un par de hembras (detectado por los anillos que portaban) de nidos vecinos tanto durante el periodo incubación (0.67% y 1 ob.) y el de polluelos (3.69% y 2 obs.).

Los individuos estaban frente a frente y separados entre 30 a 40 cm, una agachaba la cabeza frente a la otra, a veces picoteando el suelo, levantando y bajando la cola y plumas de vuelo; mientras que, casi instantáneamente el otro individuo realizaba el mismo comportamiento. Luego volvieron a su posición normal y después de un par de segundos repitieron el patrón de movimientos.

5.4.3.7. Caminando (Cam):

Este comportamiento fue observado cercano a la entrada del nido o dentro del área de anidamiento durante la incubación (30 observaciones y 5.51%) como para el periodo de polluelos (33 observaciones y 7.57%). Asimismo, este comportamiento fue el tercer comportamiento del cuidado parental con mayor porcentaje durante la incubación y el periodo de polluelos (Figura 12).

5.4.3.8. Posado (Posa):

Este comportamiento fue el menos común respecto a los demás comportamientos registrados con una sola observación en ambos periodos y uno de los comportamientos con los porcentajes más bajos registrados durante incubación y periodo de polluelos con 0.17% y 0.14% respectivamente. Por lo general, mostraron gran actividad durante el periodo reproductivo.

5.4.3.9. Acicalamiento (Acic):

Este comportamiento también fue poco común durante el periodo reproductivo y realizado por ambos parentales. Se registraron siete observaciones con un 0.98% durante la incubación y dos observaciones y 0.44% durante el periodo de polluelos.

5.4.3.10. Construyendo agujero (Const):

Este comportamiento se observó durante la incubación con cuatro observaciones y 0.19%, consistió en la excavación del suelo para obtener material para llevar al nido como raíces u restos vegetales. Así también, durante el periodo de polluelos se registraron dos observaciones con un 0.08%, en este periodo la construcción de agujeros consistió en excavar el suelo para conseguir larvas, adultos o pupas de insectos y llevarlos al nido.

5.4.3.11. Llamado:

a) Llamado suave (Lla-sua):

Este comportamiento se observó durante la incubación (3 observaciones y 0.08%), consistió en algunos llamados que realizan los parentales, así como llamados que emiten los juveniles de anteriores nidadas. También fue observado durante el periodo de polluelos (5 observaciones y 0.08%), el cual consistió principalmente en llamados de los polluelos o juveniles que recién salían del nido. No se consideraron los chillidos realizados por polluelos de aproximado unos 11 a 13 días al interior del nido.

b) Llamado y salto (Lla-sal):

Este comportamiento se observó durante la incubación (5 observaciones y 0.11%), el cual fue realizado por los parentales y generalmente al borde del área de anidamiento, como un comportamiento de vigilancia. Así también, se observó con menor proporción y frecuencia durante el periodo de polluelos con solo una observación y 0.02%.

5.4.3.12. Volando

a) Vuelo corto (Vue-cor):

Este comportamiento consistió en realizar vuelos cortos dentro del área de anidamiento. Se observó durante la incubación (17 observaciones y 0.23%) y en menor frecuencia y porcentaje durante el periodo de polluelos (14 observaciones y 0.26%).

b) Vuelo largo (Vue-lar):

Este comportamiento consistió en realizar vuelos fuera del área de anidación, generalmente asociados a la categoría de Ausentes, ya que cuando realizaban vuelos largos generalmente no se les veía en el área de anidamiento. Se observó durante la incubación (20 observaciones y 0.26%) y en mayor frecuencia y ligero porcentaje durante el periodo de polluelos (81 observaciones y 1.58%).

c) Vuelo entrando al nido (Vue-ent):

Este comportamiento consistió en vuelos directos hacia la entrada del nido y rápidamente ingresaban al nido, a veces desde un punto cercano al área de anidamiento o fuera de esta área. Se observó durante la incubación (19 observaciones y 0.26%) y en mayor frecuencia y ligero porcentaje durante el periodo de polluelos (37 observaciones y 0.87%). Así, la mayor actividad de este comportamiento fue realizada durante el periodo de polluelos.

d) Vuelo saliendo del nido (Vue-sal):

Este comportamiento consistió en salir volando fuera del nido y llegar hacia un punto dentro del área de anidamiento o fuera. Se observó durante la incubación (46 observaciones y 0.65%) y en similar porcentaje y frecuencia durante el periodo de polluelos (53 observaciones y 1.03%). Así también, la mayor actividad de este comportamiento fue realizada durante el periodo de polluelos.

5.5. Caracterización nidos

De los 43 nidos activos encontrados pertenecientes a 26 parejas, el 20.9% de los nidos (n=9) fueron encontrados en etapa de construcción, el 41.9% (n=18) con presencia de huevos, el 23.3% (n=10) con presencia de polluelos, el 11.6% (n=5) con ambos pollos y huevos a la vez y finalmente un 2.3% (n=1) que no se supo debido a que el nido medió más de 3 m de longitud y en ese momento solo se contaba con una cámara sonda de 3 m.

5.5.1. Caracterización externa:

Se encontraron varios agujeros, por lo cual se diferenció dos tipos de nidos:

a) Nidos inactivos: Agujeros que no presentan ni huevos ni polluelos dentro de él. El halo alrededor del agujero es opaco, algunos con musgos o líquenes encima, evidencia que ya ha pasado tiempo desde la excavación. La entrada de la cavidad también muestra que el agujero ha sido excavado hace tiempo. Algunos de estos nidos son utilizados como dormideros, mientras que otros simplemente están abandonados con presencia de arañas dentro (Figura 13 a). A pesar de todas las características mencionadas se podría creer que estos nidos no son usados para la reproducción; sin embargo, se encontraron dos nidos con características externas de nidos inactivos que en el interior presentaban huevos y polluelos respectivamente. En otras palabras, se registró rehúso de nidos en dos ocasiones.

b) Nidos activos: son los agujeros que sí presentan huevos o polluelos dentro de él. El halo alrededor del agujero es de color beige o rojizo, correspondiente a la arena extraída del nido recientemente. También presenta restos de moluscos y son notorias las huellas de *G. peruviana* en el halo de arena. La entrada de la cavidad se encontraba limpia, evidenciando que constantemente visitan el nido. Sin embargo, se encontraron muchos agujeros con estas características, los cuales solo algunos llegaron a ser activos (Figura 13 b).

La actividad del nido se corroboró usando la cámara sonda o boroscopio, además de los comportamientos de los parentales.

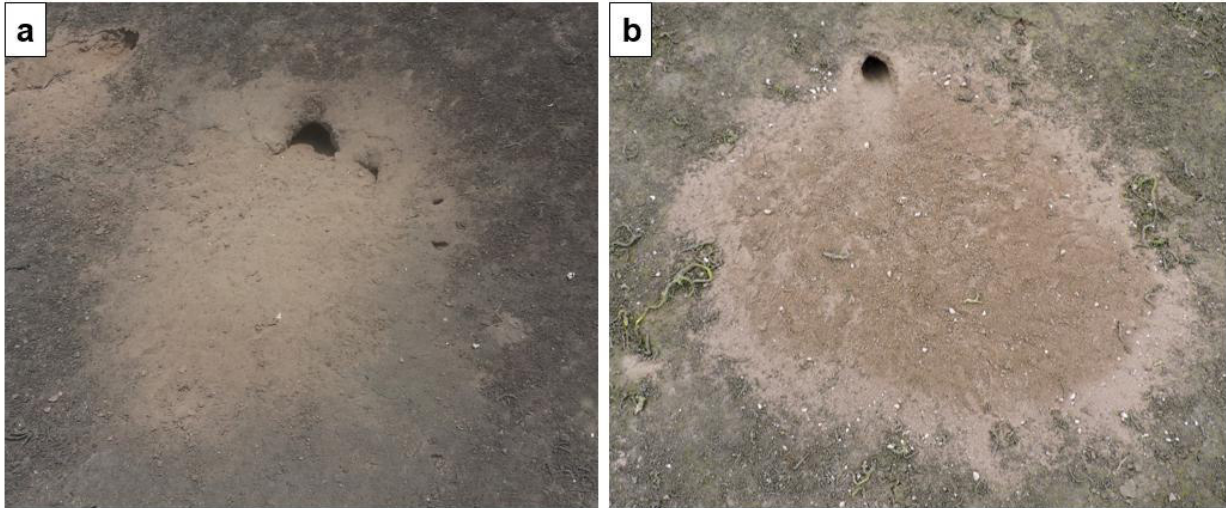


Figura 13. Caracterización externa de nidos de *Geositta peruviana*, “minero peruano”: (a) Nido inactivo, notar el halo con musgos y sin huellas; (b) nido activo, notar el halo rojizo y con huellas frescas y restos de moluscos.

La longitud promedio del túnel del nido fue 259.90 ± 38.50 cm (Tabla 3). Siendo nueve nidos los que presentaron una longitud de túnel de 230 a 250 cm, seguidos por nidos con longitudes de 210 a 230 cm y de 250 a 270 cm (Figura 15). Las dimensiones de la entrada del nido, halo de arena y longitud del túnel para los nidos se encuentran en la Tabla 3 y en el ANEXO 11.

La orientación de la entrada de cavidad (norte, sur, este, oeste) medida con brújula para los 43 nidos, obtuvo una media angular de 202.98° . Del total de nidos, el 37.2% tuvo una orientación hacia el Sur ($n = 16$), seguido del 23.3% de nidos con orientación Sur-este ($n = 10$) (Figura 14).

Tabla 3. Dimensiones en centímetros de los nidos del “minero peruano” *Geositta peruviana* (n=43) dentro de la Zona Reservada Lomas de Ancón, Lima.

Variable (cm)	Media	DS	Mínimo	Máximo
Altura de la entrada del nido	6.51	0.94	4.72	9.00
Ancho de la entrada del nido	7.10	1.04	5.50	10.90
Eje “x” del halo de arena	97.20	16.31	62.00	125.00
Eje “y” del halo de arena	105.80	19.65	74.00	156.00
Longitud total del nido	259.90	38.50	176.00	344.00

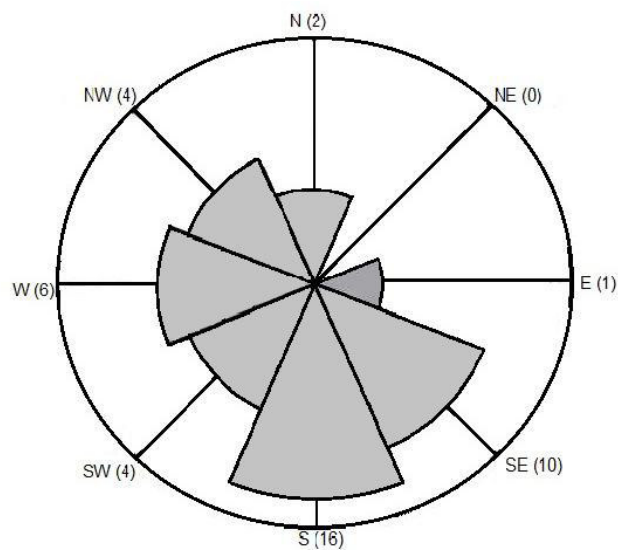


Figura 14. Orientación de la entrada de la cavidad de nidos (n = 43) del “minero peruano” *Geositta peruviana*, en la Zona Reservada Lomas de Ancón, durante el 2017. Se muestran los ejes cardinales y el número de nidos en paréntesis.

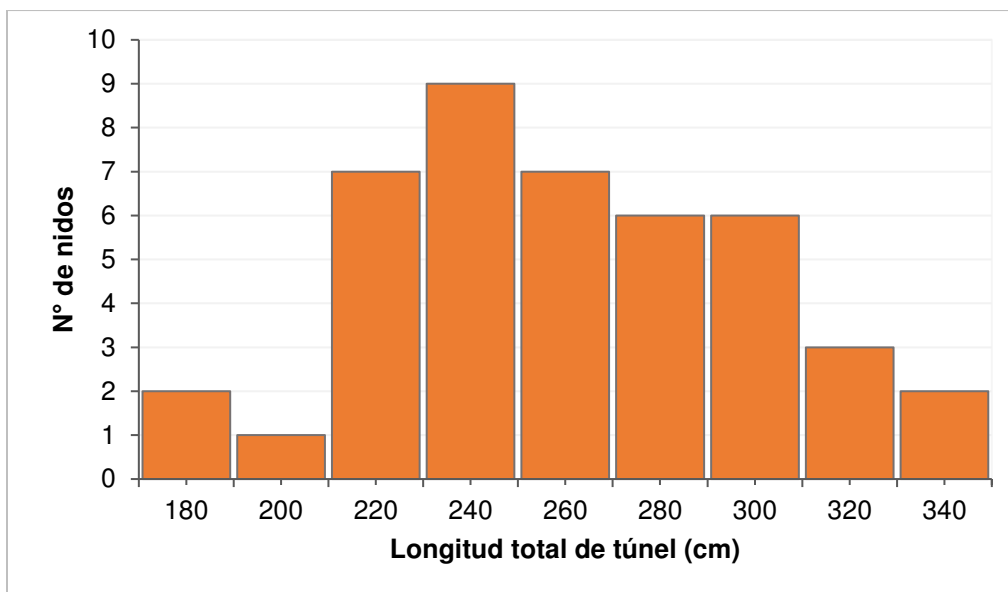


Figura 15. Histograma de la longitud total de túnel, en rango de 20 cm de nidos (n=43) del “minero peruano” *Geositta peruviana* en la Zona Reservada Lomas de Ancón durante el 2017

5.5.2. Caracterización interna:

Nidos: el nido de *Geositta peruviana* es un túnel excavado en el suelo, de tipo Cavidad/con túnel/simple/plataforma (Simon y Pacheco, 2005). La boca de la entrada tiene forma de una herradura y su ancho varía de 5.5 cm a 10.9 cm (n = 43). El túnel baja en diagonal y es ligeramente recto hasta llegar a la cámara de incubación, la longitud del túnel varía de 176 cm a 344 cm (n = 43) (Figura 16 a). A pesar de no haber contabilizado el tiempo de construcción del nido, se observó que son construidos por la pareja. Los individuos utilizan el pico y las patas para sacar la arena del agujero.

Cámara de incubación: es la parte más profunda del túnel y tiene entre 9 a 23.5 cm de diámetro (n=2). Se halla en posición variable, en la mayoría de los nidos monitoreados, el eje longitudinal de la cámara continuaba al eje del túnel, en algunos casos el eje de la cámara era oblicuo con

respecto al eje del túnel. Dentro de esta cámara se encuentra el lecho, el cual puede ser denominado como una delgada capa elaborada con plumas, restos vegetales como raíces o tallos de *Solanum mutifidum*, residuos como pedazos de papel o plástico (Figura 16 b y d). Sobre el lecho los parentales colocan los huevos (Figura 16).

De los 43 nidos activos encontrados, se han desenterrado un total de 4 nidos: dos durante noviembre y diciembre del 2016, los cuales estaban cercanos a la parcela en estudio y lucían abandonados. Los otros dos nidos fueron desenterrados durante noviembre del 2017, estos dos nidos monitoreados durante el estudio fueron abandonados por los parentales durante la incubación. Se muestran los esquemas y medidas de un nido completo desenterrado, “Nido 1055” (Figura 16).

Un dato adicional fue que no se observó remoción de adentro hacia afuera del nido de los sacos fecales por parte de los parentales, tampoco evidencias de estos afuera del nido durante los primeros días del desarrollo de pollos. Al contrario, con ayuda de la cámara sonda se observaron algunos sacos fecales dentro del nido y más heces a medida que los polluelos completaban su desarrollo. Finalmente, las heces fueron encontradas afuera del nido aproximadamente al día quince de eclosión, probablemente debido a la mayor actividad de los polluelos en la entrada del nido. Asimismo, después del abandono de polluelos del nido, en su interior presentaron heces secas, arañas y telas de arañas. Mientras que, en un nido abandonado en etapa de incubación, se encontró un gecko (*Lepidopigus microphylus*).

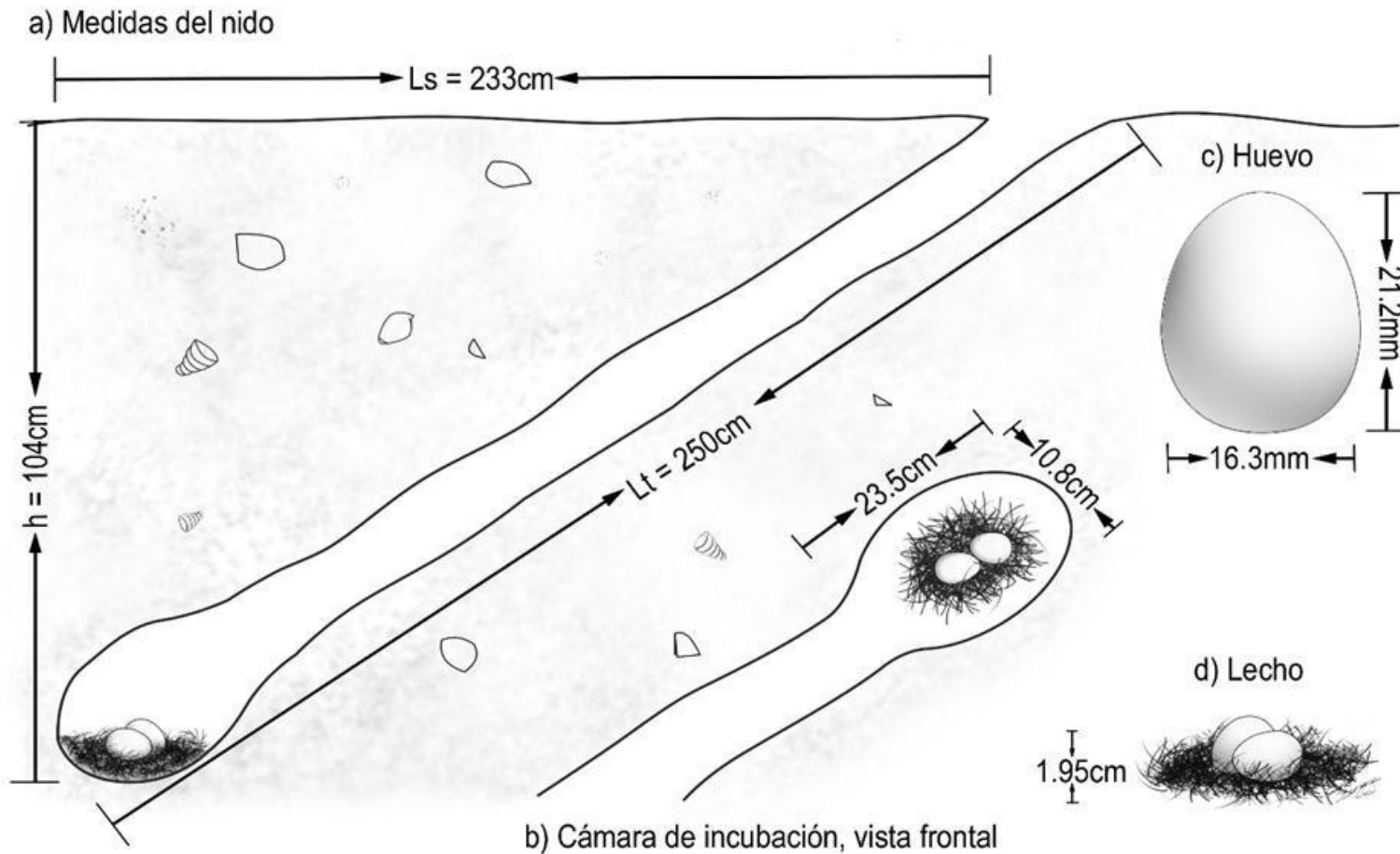


Figura 16. Caracterización del Nido 1055 del “minero peruano” *Geositta peruviana*: (a) medidas de nido: longitud del túnel (L_t), longitud al ras del suelo (L_s) y altura (h), (b) medidas de la cámara de incubación (c) medidas de uno de los huevos, (d) medición del lecho.

5.6. Distribución de los nidos

Se registraron entre 6 a 11 nidos por mes, la mayoría en la etapa de huevos o polluelos (Figura 17), esta cantidad fue la recomendada para monitorear en cada visita, ya que permitió buscar nuevos nidos activos en el área de estudio. Se encontró diez nidos activos durante mayo, 11 en junio, ocho en julio, seis en agosto y ocho en setiembre.

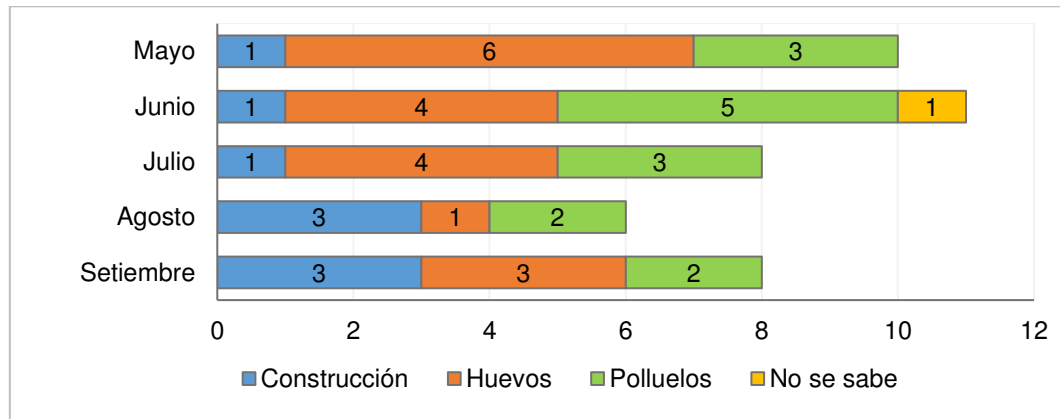


Figura 17. Número de nidos encontrados por etapa/periodos según el mes que fueron encontrados.

La distribución de los 43 nidos encontrados, fue registrada en un área de aproximadamente 12.5 hectáreas (500 m por 250 m aproximadamente) (Figura 18).

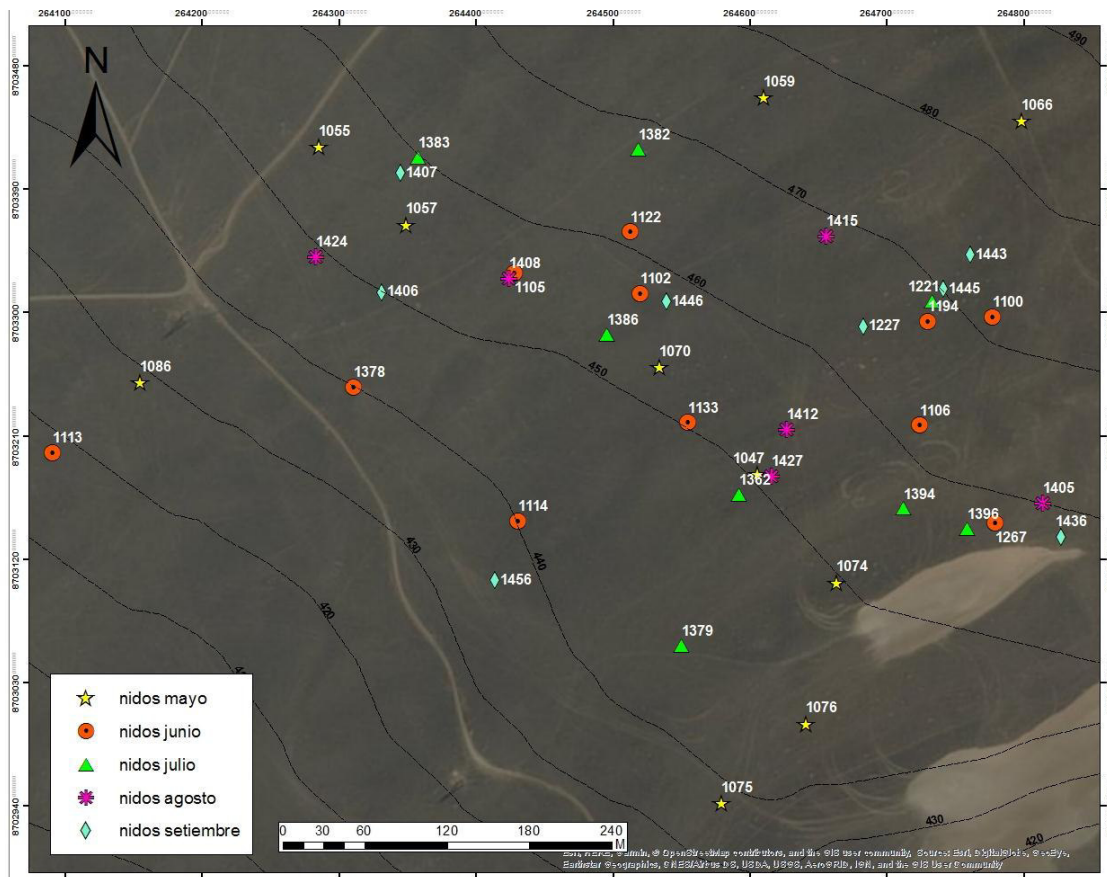


Figura 18. Nidos encontrados por cada mes de monitoreo del “minero peruano” *Geositta peruviana*, se muestra el código de georreferenciación para cada nido y el mes en que fue encontrado del nido

5.6.1. Distribución por Intentos reproductivos

De los 43 nidos encontrados, 26 nidos fueron de una primera nidada, 11 de una segunda nidada y seis de una tercera nidada; esto significa, que seis parejas realizaron hasta tres intentos reproductivos o tres nidos (Figura 19).

Así, se tiene identificada que la pareja 1 realizó nidos entre 16 a 50 m de distancia entre ellas; la pareja 2, nidos entre 6 y 100 m; la pareja 3, nidos entre 21 y 50 m; la pareja 4, nidos

entre 45 y 103 m, la pareja 5, nidos entre 11 y 27 m; y la pareja 6, nidos entre 13 y 26 m (Tabla 4 y Figura 19). Según estos datos, cuatro de las seis parejas presentaron nidos más juntos espacialmente, a diferencia de dos parejas con nidos más separados espacialmente. Así también, cinco parejas mostraron una distribución espacial consecutiva por sectores; mientras que, en otros sectores no se encontraron nidos activos y parecían no ser territorios de ninguna pareja (Figura 19).

Tabla 4. Distancia en metros entre nidos por nidadas de seis parejas del minero peruano, *Geositta peruviana*.

Parejas	N° Nido	N° Nidada	Distancias (m)	Parejas	N° Nido	N° Nidada	Distancias (m)
Pareja 1	1057-1383	1 al 2	50	Pareja 4	1070-1133	1 al 2	45
	1383-1407	2 al 3	16		1133-1412	2 al 3	72
	1057-1407	1 al 3	39		1070-1412	1 al 3	103
Pareja 2	1105-1122	1 al 2	91	Pareja 5	1047-1362	1 al 2	20
	1122-1408	2 al 3	100		1362-1427	2 al 3	27
	1105-1408	1 al 3	6		1047-1427	1 al 3	11
Pareja 3	1102-1386	1 al 2	38	Pareja 6	1194-1221	1 al 2	15
	1386-1446	2 al 3	50		1221-1445	2 al 3	13
	1102-1446	1 al 3	21		1194-1445	1 al 3	26

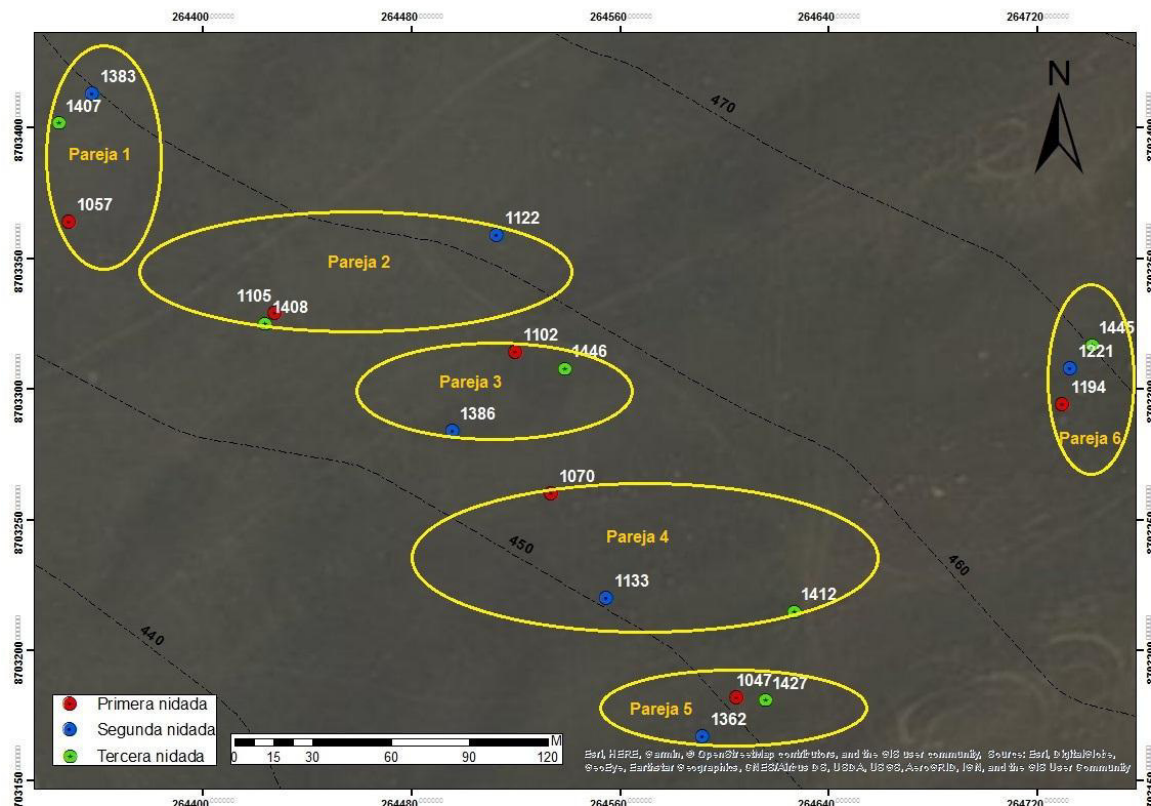


Figura 19. Distribución de nidos de seis parejas de “minero peruano” *Geositta peruviana* que realizaron hasta tres intentos reproductivos.

5.6.2. Distribución de nidos de *Geositta peruviana* respecto a otras especies

Se encontró a la “lechuza terrestre” *Athene cunicularia* anidando cerca de *Geositta peruviana*. Los nidos de esta especie difieren externamente de los nidos de *G. peruviana*, ya que son más grandes, tienen una entrada de mayor tamaño y un halo de arena de mayor tamaño. Otra diferencia fue en la distribución de nidos activos de la “lechuza terrestre”, la cual presentó una distribución congregada a algunos sectores y preferentemente en sectores de menor elevación, mientras que los nidos del minero están distribuidos en diversos sectores (Figura 20).

Los nidos activos 1382, 1122, 1059, 1204, 1210 y 144 de *G. peruviana* se ubicaron muy cercanos a los nidos de la lechuza *A. cunicularia* (rojo), siendo determinados que los polluelos de los nidos 1382 y 1443 fueron depredados por la lechuza (Figura 20).

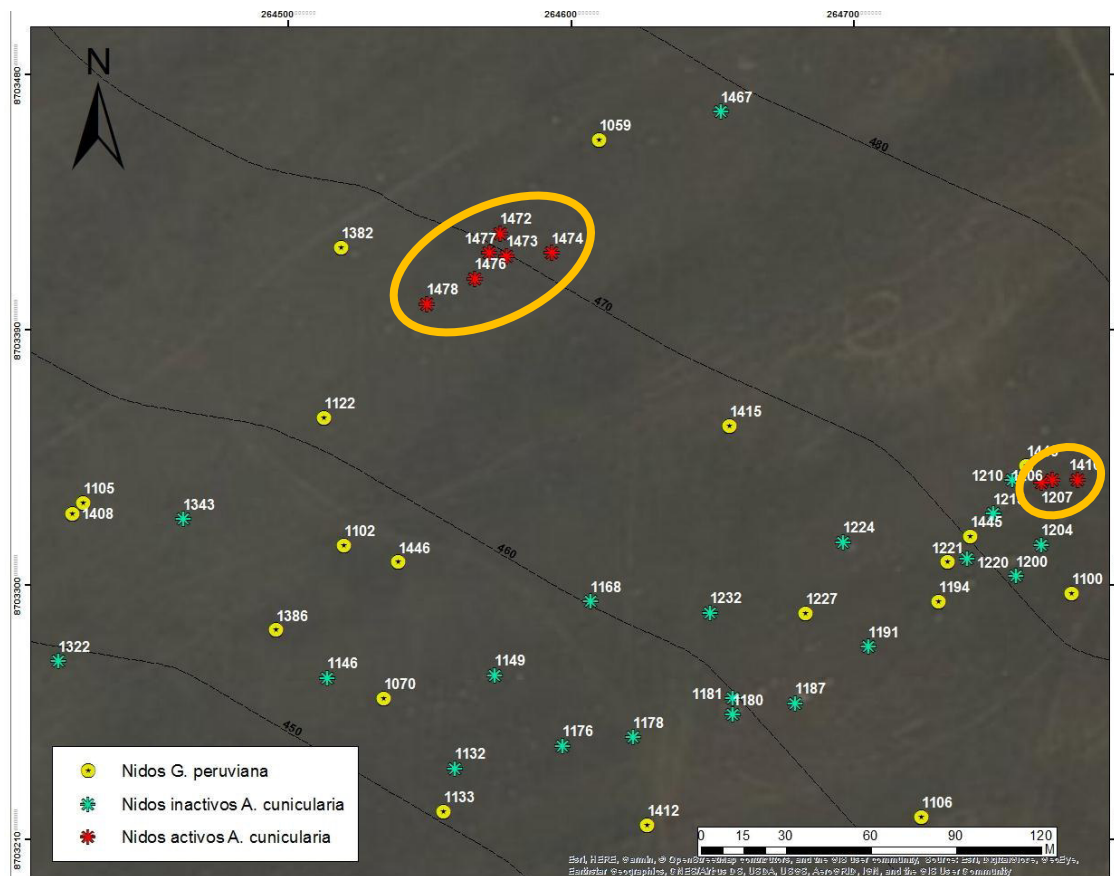


Figura 20. Distribución de nidos del “minero peruano” *Geositta peruviana* y de la lechuza “lechuza terrestre” *Athene cunicularia* (activos e inactivos).

5.6.3. Distribución vertical de nidos

Con el fin de entender cómo se ubicaron los nidos en las lomas, se realizaron esquemas en base a las características observadas de pendientes en lomas. Se identificó varios nidos ubicados en suelos con pendientes onduladas (Figura 21 a), los cuales se ubicaron en medio de las pendientes, algunos en partes bajas y otros en partes más elevadas. Así

también, se identificó nidos ubicados en suelos con pendientes menos onduladas que estaban a menos elevación (Figura 21 b) y otros en suelos con pendientes menos onduladas que estaban a mayor elevación o en parte de lomas onduladas (Figura 21 a).

32 nidos se ubicaron en laderas en las cuales las entradas de los nidos mostraron un ángulo dirigido hacia el sur; mientras que, solo 11 nidos se ubicaron en laderas en cuales la entrada del nido fue dirigida hacia el norte. La información de la orientación hacia el sur es similar a lo encontrado con la información de caracterización de nidos, obtenida con brújula que indican que los nidos tuvieron una dirección de la entrada de la cavidad hacía el Sur y Sur-Este principalmente.

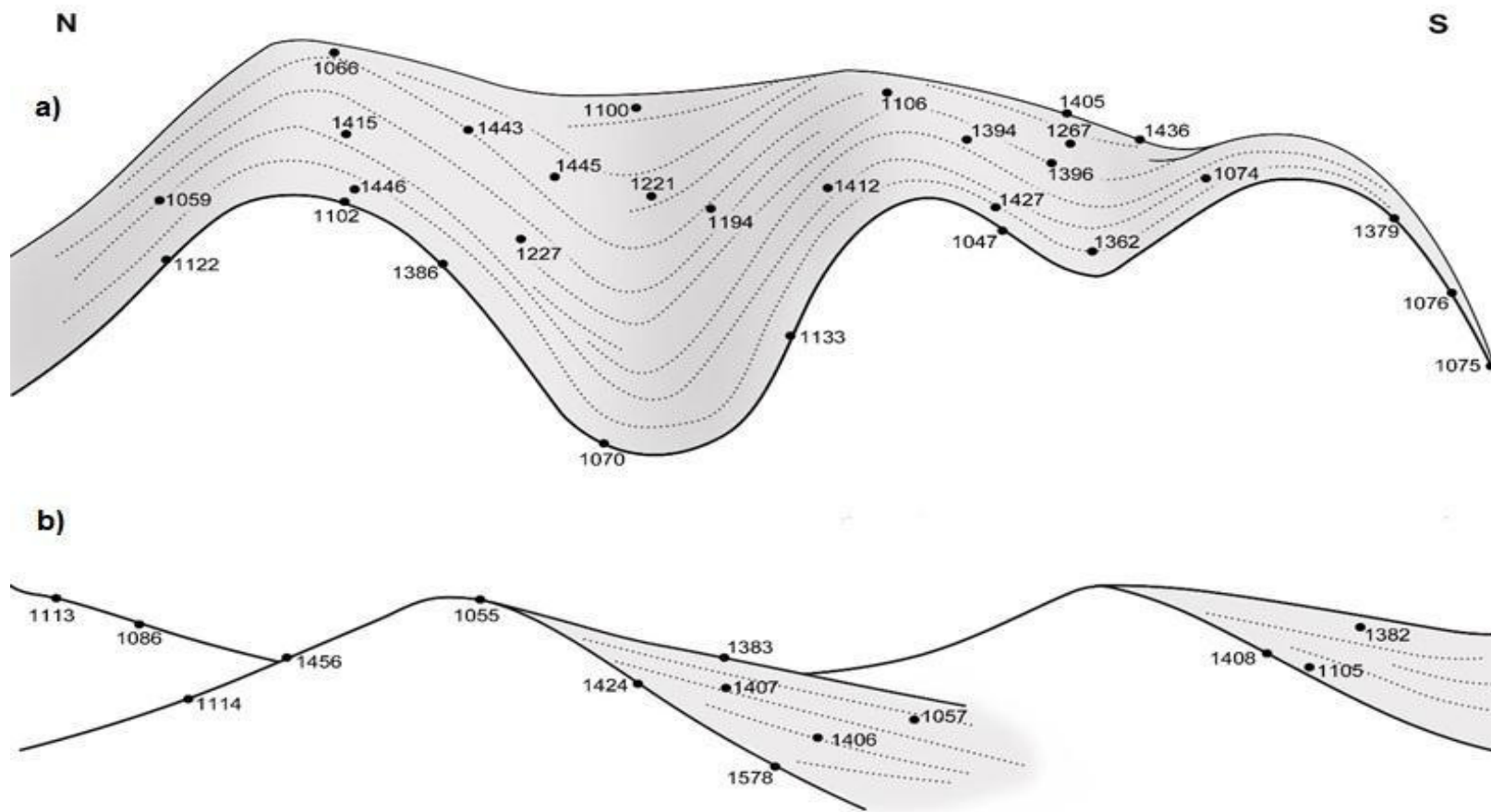


Figura 21. Corte transversal del área de estudio en Lomas de Ancón y la distribución vertical de nidos activos de *Geositta peruviana*, “minero peruano”: (a) nidos en lomas con suelos ondulados, (b) nidos en lomas menos ondulados.

VI. DISCUSIÓN

6.1. Periodo reproductivo

En este estudio se observó que el periodo reproductivo de *G. peruviana* en Lomas de Ancón transcurre entre los meses de mayo a octubre, el cual coincide con la temporada húmeda de lomas, que inicia entre mayo y junio y concluye entre setiembre y noviembre (Ordoñez & Faustino, 1983; Ferreyra, 1983). Esta relación entre el periodo reproductivo del “minero peruano” y la época de lomas se da debido principalmente al incremento de los recursos alimenticios, tal y como lo sugerido por algunos autores (Lack, 1950; Lack, 1954; Illera & Díaz, 2006), como por ejemplo la mayor abundancia de artrópodos registrados durante épocas húmedas en Lomas de Lima (Aguilar, 1954; 1963).

A pesar que el estudio fue realizado en el 2017, un año anómalo para Lomas de Ancón ya que fueron afectados por las condiciones climáticas producto del evento El Niño Costero, este estudio corresponde al primer estudio detallado sobre la biología reproductiva de *Geositta peruviana*. En ese sentido, no se descarta que el periodo reproductivo sea entre mayo a octubre en otros años, lomas y posiblemente en otros hábitats ya que Williams (1981) reportó un nido activo en Ñaupe, Lambayeque en un sector arenoso con escasa vegetación en el mes de junio la cual concuerda con el periodo registrado en este estudio.

El tamaño de nidada registrado para *G. peruviana* fue de 3 huevos en promedio con un rango de 2 a 4 por nido, coincidiendo con otras especies del mismo género como *G. poeciloptera* que registra entre 2 a 4 huevos (Silva, 2015), o *G. cunicularia*, *G. punensis* y *G. rufipennis* que presentan entre 2 a 3 huevos por nido (De la Peña, 2013; Salvador, 2013; Salvador, 2015; De la Peña, 2016), o *G. tenuirostris* con 2 huevos por nido (Salvador *et al.*, 1984; Salvador, 2015) o *G. isabellina* y *G. antártica* con 3 huevos registrados por

nido (Remsen & Sharpe, 2018). El tamaño de nidada de las especies género *Geositta* probablemente resulta de su afinidad filogenética, afinidad del hábitat donde viven (e.g. pastizales y campos con poca vegetación), así como a factores climáticos similares en los lugares donde habitan (Silva, 2015).

El tiempo de incubación para *G. peruviana* fue en promedio de 15 días, similar a lo reportado en nidos de *G. poecilopectera* con un promedio de 16 días (Silva, 2015). Este periodo, también es similar al tiempo de incubación de otras especies de furnáridos y passeriformes en Sudamérica, como *Furnarius rufus*, *Craniolaema pyrrhophia*, *Asthenes baeri*, *Leptasthenura platensis*, *Phleocryptes melanops* (Fraga, 1980; Mezquida, 2001; Lara *et al.*, 2011). Por otro lado, la forma piriforme, coloración blanca y tamaño de los huevos de *G. peruviana* es similar a lo registrado para *G. poecilopectera*, *G. tenuirostris*, *G. cunicularia* y *G. rufipennis* (Salvador *et al.*, 1984; Salvador, 2015; Vaz-Ferreira, 1973; Salvador, 2013; De la Peña, 2016; Silva, 2015).

Para el caso del tiempo promedio de permanencia de los polluelos dentro del nido fue de 26 días para *G. peruviana* variando entre 19 a 33 días, periodo mayor a lo reportado para *G. poecilopectera* (Silva, 2015; 21 días promedio) y otras especies de furnáridos como *Asthenes luizae* (Costa, 2011; 18 días promedio) y *Phleocryptes melanops* (Lara *et al.*, 2011; entre 15 a 20 días). Los periodos de polluelos dentro del nido mencionados, son calculados a partir de los promedios de nidos encontrados muy variables, para el caso de *G. peruviana* fue el promedio de los datos de 23 nidos, siendo este número apropiado y compatible con la bibliografía de reproducción en aves. Así mismo, se hace necesario conocer los periodos de polluelos dentro del nido de otras especies del género *Geositta*, sobre todo a las especies que tienen similar tamaño de nido, ya que *G. poecilopectera* presenta nidos de longitud de túnel menores a 1 m, longitud mucho menor a lo registrado en nidos de *G. peruviana*, lo cual podría tener una influencia en este periodo.

6.2. Éxito reproductivo

El éxito reproductivo para *Geositta peruviana* (76.2%) fue mayor a lo registrado para otras especies de furnáridos como *Geositta poeciloptera* (61.1%, Silva, 2015), *Synallaxis albescens* (25%, Marini *et al.*, 2012b) y *Asthenes luizae* (9.1%, Costa, 2011). El alto éxito del “minero peruano”, puede ser explicado por el tipo de nido, debido a que, al ser cavidades en el suelo o nidos cerrados, están más protegidos de los depredadores a diferencia de nidos abiertos (Martin & Li, 1992; Martin & Ghalambor, 1999) que estos están expuestos a la depredación y al parasitismo de cría (Costa, 2011). Asimismo, estudios mencionan la importancia de la longitud del túnel, como en la elección de cavidades de mayor longitud, las cuales presentaron mayor éxito reproductivo de polluelos (Lantz *et al.*, 2007).

El éxito de incubación del “minero peruano” fue menor que el porcentaje de éxito de polluelos, similar a lo registrado en la tasa de eclosión de huevos que fue mayor que la tasa de polluelos que salen del nido. Estos resultados pueden ser explicados al abandono de nidos durante la incubación, que en su mayoría fueron registrados días antes del término del periodo reproductivo, probablemente por la menor oferta de alimento (insectos principalmente) que hay al término de la temporada de lomas.

El caso de los nidos, con polluelos muertos y enterrados por los otros miembros del nido podría deberse a la poca disponibilidad de alimento y la eclosión asincrónica, ya que los parentales prestan mayor atención y alimento a los polluelos más grandes y activos que a los más jóvenes (Lack, 1947). En el caso del “minero peruano”, los polluelos de mayor tamaño pueden caminar por el túnel, quedarse en medio de este, pudiendo así pedir y recibir mayor alimento que el polluelo más joven. Otra posible causa de muerte de polluelos jóvenes es la parasitación por larvas de moscas reportado para *G. poeciloptera* en los

campos del Cerrado Brasileño (Silva, 2015); sin embargo, algo similar no ha sido observado en este estudio.

Sobre los depredadores de *Geositta peruviana*, en este estudio, se registró a *Athene cunicularia* como principal depredador de polluelos dentro del nido, ya que esta especie excava los nidos del minero y llega hasta la cámara de incubación donde encuentra a los polluelos. Las fechas de estos registros corresponden a la época reproductiva de *A. cunicularia* en Lomas, siendo observados polluelos y volantones de la lechuza en el mes de julio, época en la cual demandan mayor alimento y agujeros para construir sus nidos. Así también, nuestras observaciones corresponden también con los estudios de dieta de *A. cunicularia* en otros hábitats, en la cual se evidencia la presencia de restos de huesos de *G. peruviana* y otros passeriformes en egagrópilas (Medina *et al.*, 2013).

El alto éxito reproductivo y baja depredación de polluelos del “minero peruano” observado, son potencialmente la causa de observar gran cantidad de agujeros y de individuos en el sector de herbáceas dentro de la ZR Lomas de Ancón (casi 600 ha). Sin embargo, se han observado rapaces sobrevolando el área de estudio como *Falco peregrinus*, *F. sparverius* y *Geranoaetus polyosoma*, quienes serían los potenciales depredadores de adultos y juveniles del minero junto con mamíferos como zorros que consumen aves. Así también, animales introducidos como perros, gatos y roedores pueden contribuir a una baja del éxito reproductivo del “minero peruano”.

En este estudio se registró para *G. peruviana*, que seis parejas realizaron hasta tres intentos reproductivos, siendo los dos primeros exitosos con al menos un polluelo saliendo del nido, lo cual concuerda con lo registrado para *G. poeciloptera*, ya que Silva (2015) reportó que seis parejas realizaron dos intentos reproductivos y una pareja realizó hasta un tercer intento reproductivo, siendo los primeros nidos exitosos. Múltiples intentos reproductivos en una misma estación generalmente son una buena estrategia cuando hay pérdida de los

nidos anteriores y un bajo éxito reproductivo (Lopes & Marini, 2005). Asimismo, múltiples intentos reproductivos en una temporada reproductiva, están influenciados por el alimento disponible, que les permite seguir continuando con las nidadas (Skutch, 1985; Snow, 1962; Oniki & Willis, 2003). Sin embargo, los factores climáticos pueden influenciar los recursos disponibles número de nidadas o intentos reproductivos, como en el caso de la “Tarabilla Canaria”, *Saxicola dacotiae*, una ave insectívora, que durante un año seco registró distinto comportamiento (menor o ninguna nidada) frente a años lluviosos, con mayor abundancia de artrópodos (Illera & Díaz, 2006).

6.3. Cuidado parental

Durante el periodo de incubación y el de polluelos dentro del nido para el “minero peruano”, se observó que ambos parentales realizan el cuidado parental, igual a lo registrado para otras especies de furnáridos (Costa, 2011; Silva, 2015). Así también, comportamientos del cuidado parental como el tiempo dentro del nido fue mayor durante la incubación, debido a que es el periodo donde los parentales deben de proporcionar calor a los huevos (Skutch, 1985; Maier, 2001). Mientras que, la frecuencia de entrar a los nidos fue mayor durante el periodo de polluelos, esto indica que los parentales invierten más tiempo en llevar alimento a los polluelos y realizan más visitas dentro del nido.

La alimentación de polluelos es uno de los comportamientos más importantes durante el periodo reproductivo, además de ser uno de los que demanda más energía, ya que los parentales consiguen alimento mediante búsqueda o cacería a las larvas, pupas y lepidópteros adultos con los que alimentan a sus pollos. La inclusión de larvas de lepidópteros en la dieta de polluelos de aves insectívoras son un elemento importante porque proveen proteínas necesarias para el desarrollo de polluelos (Lack, 1950).

Los parentales se muestran activos durante el periodo de polluelos dentro del nido, debido a que tienen que llevar alimento constantemente ya que los polluelos necesitan alimento y

muchas veces emiten chillidos o llamados para ser alimentados. No obstante, el registro de la ausencia de los parentales dentro del territorio de anidamiento en este periodo correspondería a una búsqueda de alimento en otras zonas, posiblemente debido a las condiciones del evento El Niño, ya que la vegetación no creció en las Lomas y con ello una disminución de abundancia de artrópodos, obligando a los parentales a buscar alimento en otros sectores.

Por otro lado, el comportamiento del baile territorial registrado en *Geositta peruviana* durante la etapa reproductiva, al igual que el registrados en *G. poecilopectera*, podría ser una estrategia de defensa de su territorio y evitar que otros lo invadan, para lo cual también incluyen *displays* y vocalizaciones en vuelo (Silva, 2015).

La ausencia del padre en la pareja # 2 durante el periodo de polluelos de su segundo nido, se debió a que el padre se encontraba construyendo el siguiente nido para la tercera nidada. Este comportamiento también fue reportado por Silva (2015) para *G. poecilopectera*, siendo observado en parejas que construyeron más de un nido en un periodo reproductivo. En este sentido, pareciera que el macho invierte más tiempo en la construcción del nido que las hembras, ya que estas estarían más tiempo cuidando a los polluelos (Silva, 2015).

6.4. Caracterización de nidos

El nido del *Geositta peruviana* se ha descrito como tipo Cavidad/con túnel/simple/plataforma, según la descripción de Simon y Pacheco (2005); y según la descripción para *G. poecilopectera* (Silva, 2015); mientras que, otras especies del género (Ver ANEXO 8) no han sido clasificadas según Simon y Pacheco (2005), pero según las descripciones en base a algunos nidos encontrados, se sabe que estas especies realizan túneles hasta la cámara de incubación y llevan material dentro del nido (Salvador *et al.*, 1984; Vaz-Ferreira, 1973; Salvador, 2013; Salvador, 2015; De la Peña, 2016).

Los nidos descritos para las especies de *Geositta* tienen túneles de diferente longitud así por ejemplo *G. ternuirostris* (Salvador et al. 1984, Salvador 2015), *G. punensis* (Salvador 2015, De la Peña 2016) y *G. poeciloptera* (Silva, 2015) construyen túneles de menos de 75 cm; *G. rufipennis* con túneles de 95 a 115 cm (De la Peña, 2013, 2016), *G. antártica* con túneles de 50 a 150 cm (Remsen y Sharpe 2018), y *G. cunicularia* con túneles de hasta 350 cm (Vaz-Ferreira 1973, Salvador 2013, De la Peña 2016, Remsen y Sharpe 2018). En este estudio se ha encontrado que *G. peruviana* realiza túneles de 176 a 344 cm de longitud, siendo junto con *G. cunicularia* quienes construyen túneles más largos dentro del género.

El extenso tamaño de la longitud del túnel de los nidos del “minero peruano”, puede estar relacionado con diversos factores, como el microclima requerido dentro de la cámara de incubación; debido a que, nidos cerrados proveen menor variación de temperatura y con ello menor tasa de mortalidad a diferencia de nidos abiertos (Martin & Ghalambor, 1999). Otro factor estaría relacionado a las características del suelo donde excavan; es decir, el tamaño del túnel de los nidos está influenciado por la resistencia del suelo como lo registrado para *Geositta poeciloptera* (Machado et al., 2017; Meireles et al., 2018).

En este estudio se observó que la “lechuza de los arenales” *Athene cunicularia* excava los nidos de *Geositta peruviana*, ya sea para alimentarse de los polluelos como para hacer uso de la madriguera. Otros estudios también han reportado a la “lechuza de los arenales” *A. cunicularia* haciendo uso de las madrigueras de otras especies como el “Perro de pradera de cola negra”, *Cynomys ludovicianus* en Norteamérica, pudiendo elegir madrigueras de mayor longitud que le permitan tener un mayor éxito de polluelos (Lantz et al., 2007).

Si bien en este estudio no se cuantificó la construcción de nidos, al parecer prefieren construir un nido nuevo para cada intento reproductivo; sin embargo, en algunas ocasiones

se vio a los parentales reusar nidos, así como lo reportado para *G. poeciloptera* (Silva, 2015).

El contenido de la cámara de incubación del nido de *Geositta peruviana* fue similar a lo registrado para algunas especies del género como *G. tenuirostris*, *G. poeciloptera*, *G. cunicularia*, *G. punensis*, *rufipennis*, *G. antártica*. Siendo el contenido, restos de origen vegetal (raíces tallos, etc) y de origen animal (plumas, pelos, heces) (Salvador *et al.*, 1984; Salvador, 2015; Silva, 2015). La semejanza de materiales en la cámara de incubación, evidencia que los mineros viven en hábitats similares, con escasa vegetación, presencia de otros animales; sin embargo, para el caso de *G. peruviana* se registró adicionalmente restos de papel y plástico evidenciando el impacto antrópico alrededor de Lomas de Ancón.

Respecto a los sacos fecales, estos son heces cubiertos por una mucosidad que desechan los polluelos en el nido (Weatherhead, 1984). En este estudio no se observó remoción de estos afuera del nido por parte de los adultos de *G. peruviana*. Caso contrario de *G. poeciloptera* (Silva, 2015) donde se observó remoción, al igual que otras especies como estrategia de limpieza de nido. Así también, en otras especies los parentales tienen la estrategia de comer los sacos fecales y algunas usan ambas estrategias (Ibáñez-Álamo *et al.*, 2013). En este estudio no se observó ninguna de estas estrategias, ya que resultó difícil de observarlas por el tipo de nido que presentan, se recomienda en futuros estudios prestar más atención a este comportamiento. Sin embargo, se observaron sacos fecales dentro del nido con la cámara sonda y en mayor número a medida que los polluelos completaban su desarrollo

Finalmente, dentro de los nidos abandonados de *Geositta peruviana*, se ha encontrado fauna que habita en ellos como reptiles e invertebrados. Aguilar (1954), menciona que dentro de los lugares de refugio para artrópodos en lomas se encuentra a los agujeros abandonados del “minero” como uno de los principales, siendo las arañas el grupo que se

alimenta de los insectos que habitan en estos agujeros. Es así, que *G. peruviana* puede ser considerada como una especie ingeniera ecosistémica, como otras especies de furnáridos (Delhey, 2018), al tener la capacidad para construir galerías o nidos, y que otras especies aprovechen estos agujeros.

6.5. Distribución de nidos

En este estudio se ha podido evaluar 43 nidos según la metodología de Martin y Geupel (1993), con las modificaciones para especies que nidifican en cavidades en el suelo (Silva, 2015). No obstante, se observaron varios agujeros y más nidos activos de los evaluados en las casi 600 ha de hábitat de lomas. Lo que quiere decir que se optó por monitorear nidos en un sector de aproximadamente 12.5 hectáreas, debido a que solo se pudieron monitorear entre 6 a 11 nidos por cada visita y además que el sector estudiado, permitió determinar si las parejas realizaron más de un intento reproductivo. La distribución de los 43 nidos fue variable en base a los meses que fueron encontrados. Al parecer la distribución de nidos obtenidas a partir de los intentos reproductivos están influenciadas por el tamaño de territorio, así como el cuidado parental. Se hace necesario mayores estudios que ayuden a entender esta preferencia de estos territorios ya que podrían variar en los siguientes periodos reproductivos.

En relación a la distribución de nidos de *G. peruviana* cercanos a nidos de *A. cunicularia*, fue evidente que los nidos depredados del minero estuvieron muy cerca de los nidos activos de la lechuza; lo que evidenciaría que las lechuzas aprovechan la cercanía de estos nidos para alimentarse y agrandar los nidos del minero, los cuales les ayuda a agrandar o tener más galerías, ya que se ha registrado que los nidos de la lechuza son galerías que se interconectan y funcionan como entradas y salidas (Belthoff & King, 2002).

En el caso de la distribución vertical de los nidos, se evidenció una relación entre la orientación preferentemente hacia el Sur o Sur-este de las entradas de los nidos con las pendientes del terreno. No se tiene la certeza si esta orientación pueda proveer algún beneficio; sin embargo, algunas investigaciones mencionan que la orientación de los nidos de aves nidificantes de cavidades pueden influir en el microclima de los nidos y con ello brindar alguna ventaja al éxito de los polluelos (Inouye *et al.*, 1981). En general, la distribución de nidos observada en este estudio brinda un aporte adicional al entendimiento de la historia natural de *Geositta peruviana*, desde la observación para cada nido, como la distribución de nidos por parejas reproductivas, la distribución a otros nidos de especies cercanas y la distribución vertical.

6.6. Estado de conservación

A pesar de estar categorizado como “en preocupación menor” y presentar una población descrita como “estable” (IUCN, 2019), *Geositta peruviana* está distribuida únicamente para la costa peruana y con ello sujeta a la presión de actividades antrópicas que pueden afectar su población como por ejemplo la urbanización, invasión de lomas costeras, residuos sólidos, concursos de cuatrimotos, turismo desordenado e introducción de especies invasoras.

Por otro lado, la importancia de *G. peruviana* dentro de la ZR lomas de Ancón, radica en que existe una importante población de individuos, la cual aún no enfrenta tantos problemas antrópicos como se pueden observar en otras lomas; es así que, esta loma conserva una población casi intacta y con escasa presión antrópica. Así también, el “minero peruano” es una especie importante dentro del rol ecológico de la loma, ya que muchos agujeros abandonados del minero son utilizados por otras especies de las lomas como lagartijas o geckos que no pueden construir cavidades y los usan de refugio y artrópodos como arañas

que solo hacen uso de estas cavidades, además de servir de base para la construcción de nidos de *Athene cunicularia*.

VII. CONCLUSIONES

1. El periodo reproductivo de *Geositta peruviana* transcurre entre los meses de mayo a octubre, estos meses concuerdan con los meses de época húmeda de lomas. El tamaño de puesta promedio fue de tres huevos, incuban en promedio 15 días, los polluelos permanecen dentro del nido en promedio 26 días.
2. De los 42 nidos monitoreados, el 76.2% obtuvieron al menos un polluelo que salió del nido. Este alto éxito reproductivo evidencia la protección que brinda el tipo de nido y la longitud del mismo. Los parentales realizan hasta tres intentos reproductivos.
3. Ambos parentales se encargan del cuidado parental, durante la construcción de nido, el periodo de incubación y el periodo de polluelos dentro del nido.
4. Los nidos de *G. peruviana* son de tipo Cavidad/con túnel/simple/plataforma y las longitudes de túnel varían de 176 a 344 cm, siendo los más largos descritos junto con los de *Geositta cunicularia*, para especies del género.
5. La distribución de los nidos fue variable en base a los meses que fueron encontrados y algunas parejas que tuvieron hasta tres nidos presentaron nidos más juntos espacialmente.

VIII. RECOMENDACIONES

Se sugiere evaluar el éxito reproductivo en años con temporadas húmedas normales; así como, en otros hábitats como cercano a humedales, playas, tilandsiales, bosques secos, y en hábitats perturbados por actividades antrópicas a fin de comparar la información con nuestras observaciones.

Se recomienda realizar estudios sobre la ecología reproductiva del minero peruano, entre hábitats, caracterización de suelos e interacciones con depredadores.

Finalmente se hace necesario conocer la biología reproductiva de otras especies del género *Geositta*, sobre todo de las especies endémicas del Perú.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, F., P.G. "Estudio sobre las adaptaciones de los artrópodos a la vida en las lomas de los alrededores de Lima". Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 1954.
- AGUILAR, F., P.G. Los artrópodos de las lomas en los alrededores de Lima. *Revista Peruana de Entomología*, 1963, vol. 6, no 1, p. 109-114. AGUILAR, F., P.G. & TÜRKOŦSKY, C., J.A. Fauna desértica -costera peruana- III: Observaciones en el Tillandsial de Cajamarquilla, Lima. *Revista Peruana de Entomología*. 1977, vol. 20, no. 1, p. 81-85.
- ARANA, C., CARLO, T.A. y SALINAS, L. Biological soil crust in Peru: first record and description. *Zonas Áridas*. 2016, vol. 16, no. 1, p. 112-119.
- BEEHLER, B. M. The forgotten science: a role for natural history in the twenty-first century? *Journal of Field Ornithology*. 2010, vol. 81, p. 1-4.
- BELTHOFF, J.R. & KING, R. A. Nest-site characteristics of Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in the Snake River Birds of Prey National Conservation Area, Idaho, and application to artificial burrow installation. *Western North American Naturalist*. 2002, vol. 62, no. 1, p. 112-119.
- BEST, L. B., & STAUFFER, D. F. Factors affecting nesting success in riparian bird communities. *Condor*. 1980, vol. 82, no 2, p. 149-158.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Endemic Bird Area factsheet: Peru-Chile Pacific slope*. [visitado el 10 enero 2019]. Disponible en: <http://www.birdlife.org>
- CANO, A., ARAKAKI, M., ROQUE, J., LA TORRE, M.I., REFULIO N. & ARANA, C. Flora vascular en las lomas de Ancón y Carabayllo, Lima, Perú durante el Niño 1997-98. En: TARAZONA, J., ARNTZ, W.E. y CASTILLO, E. (edit.). *El niño en*

- América Latina: Impactos Biológicos y Sociales*. Consejo Nacional de Ciencia y tecnología, Lima, 2001, p. 259-265.
- CARAZAS, N., CAMARGO, GIL, F. & ZÁRATE, R. Avifauna del Área de Conservación Regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú: Actualización. *Revista Científica*. 2015, vol. 12, no. 1, p. 9-25.
- COCKBURN, A. Prevalence of different modes of parental care in birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2006, vol. 273, p. 1375-1383
- COSTA, L. “História de vida de *Asthenes luizae*: biologia reprodutiva, sucesso reprodutivo e o impacto de *Molothrus bonariensis* em uma ave ameaçada e endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço”. Tese para optar o Título do Mestre. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil. 2011.
- DE LA PEÑA, M. *Nidos y reproducción de las aves argentinas*. Ediciones Biológica. Serie Naturaleza, Conservación y Sociedad N° 8. Santa Fe, Argentina. 2013. 590 p.
- DE LA PEÑA, M. Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Trogonidae a Furnariidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales “Florentino Ameghino”*. 2016, vol. 20, no. 2, p. 1-620.
- DELHEY, K., M. CARRIZO, M., VERNIERE, L., MAHLER B. & PETERS A. Seasonal Variation in reproductive output of a neotropical temperate Suboscine, the firewood-gatherer (*Anumbius Annumbi*). *The Auk*. 2010, vol. 127, no. 1, p. 222-231.
- DELHEY, K. Nest webs beyond woodpeckers: the ecological role of other nest builders. *Ecology*. 2018, vol. 99, no. 4, p. 985-988.

- DORST, J. Recherches écologiques sur les oiseaux des hauts plateaux péruviens. *Travaux de L'Institut Francais D'Études Andines*. 1956, p. 83-140.
- FERREYRA, R. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Jardín botánico de Madrid*. 1983, vol. 40, no 1, p. 241-256.
- FJELDSÅ, J., & N. KRABBE. *Birds of the High Andes*. Zoological Museum, Univ. of Copenhagen and Apollo Books, Stenstrup, Denmark. 1990. 879 p.
- FLEISCHNER, T.L. Why natural history matters. *Journal of Natural History Education and Experience*. 2011, vol. 5, p. 21-24.
- FRAGA, R. The breeding of Rufous Hornero (*Furnarius rufus*). *Condor*. 1980, vol. 82, no1, p. 58–68.
- FRANKE, I. & SALINAS, L. Notes on the distribution, behavior and first description of the nest of Russet-bellied Spinetail *Synallaxis zimmeri*. *Cotinga*. 2000, vol. 16, p. 90–93.
- HANSELL, M. H. 2000. *Bird nests and construction behaviour*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K. 245 p.
- HAUBER, M. *The Book of Eggs: A life-size guide to the eggs of six hundred of the world's Birds species*. University of Chicago Press, Chicago, IL. P. 2014, 656 p.
- HAVERSCHMIDT, F. Notes on the life history of *Todirostrum maculatum* in Surinam. *The Auk*. 1955, vol. 2, no 4, p. 325-331.
- HIDALGO, N. "Ecología de anidamiento en tres especies de guacamayos Ara spp. (Aves: Psittacidae). Río Los Amigos, Madre de Dios, 2006". Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú. 2007.

- IBÁÑEZ-ÁLAMO, J. D., SANLLORENTE, O., ARCO, L. & SOLER, M. Does nest predation risk induce parent birds to eat nestlings' fecal sacs? An experimental study. *Annales Zoologici Fennici*. 2013, vol. 50, no 1-2, p. 71–78.
- ILLERA, J. C. & DÍAZ, M. Reproduction in an endemic bird of a semiarid island: a food-mediated process. *Journal of Avian Biology*. 2006, vol. 37, no 5, p. 447-456.
- INOUE, R., HUNTLY, N. & INOUE, D. Non-random orientation of Gila woodpecker nest entrances in Saguaro cacti. *Condor*. 1981, vol. 83, no1, p. 88-89.
- INRENA. *Plan Maestro de la Reserva Nacional Paracas 2003-2007*. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú. 2002.
- IUCN. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2019-2. 2019. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org>
- KOEPCKE, M. Zur kenntnis einiger Furnariiden (Aves) der Küste und des westlichen Andenabhanges Perus. *Beitrage zur Neotropischen fauna*. 1965, vol. 3, p. 150-173.
- KOUBA, M., BARTOŠ, L., KORPIMÄKI, E. & ZÁRYBNICKÁ, M. Factors Affecting the Duration of Nestling Period and Fledging Order in Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*): Effect of Wing Length and Hatching Sequence. *PLoS ONE*. 2015, vol. 10, n° 3, p. 1-13.
- LACK, D. The significance of clutch-size. I. Intraspecific variations. *Ibis*. 1947, vol. 89, no1, p. 302-352.
- LACK, D. The breeding seasons in the European birds. *Ibis*. 1950, vol. 92, no 2, p. 288-316.
- LACK, D. *The natural regulation of animal number*. Oxford. University Press. 1954. 343 p.

- LANTZ, S.J., CONWAY, C.J., & ANDERSON S.H. Multiscale habitat selection by burrowing owls in black-tailed prairie dog colonies. *Journal of Wildlife Management*. 2007, vol 71, no 8, p. 2664-2672.
- LARA, J., BARRIENTOS, C., ARDILES K., MORENO L., FIGUERORA, R. & GONZALES, D. Biología Reproductiva Del Trabajador (*Phleocryptes melanops*) en el Centro-Sur de Chile. *Ornitología Neotropical*. 2011, vol. 22, p. 121–130.
- LEÓN, B., ROQUE, J., ULLOA, C., JORGENSEN, P.M., PITMAN & N., CANO., A. Libro Rojo de las Plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*. 2007, vol. 13, no 2, 921 pp.
- LOPES, L. E. & MARINI, M. Â. Biologia reprodutiva de *Suiriri affinis* e *S. islerorum* (Aves: Tyrannidae) no Cerrado brasileiro. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 2005, vol. 45, no 12, p. 127-141.
- MACHADO, T., LOMBARDI, V., MEIRELES R., TEIXEIRA, J., SOLAR, R. & LOPES, L. Breeding biology of the threatened Campo Miner *Geositta poeciloptera* (Aves: Scleruridae), a Neotropical grassland specialist. *Journal of Natural History*. 2017, vol. 51, no 41-42, p. 2551-2563.
- MAIER, R. *Comportamiento animal. Un enfoque evolutivo-ecológico*. Mc Graw-Hill. Interamericana de España. Madrid. 2001. 582 p.
- MAINWARING, M.C., HARTLEY, I.R. LAMBRECHTS, M.M. y DEEMING, D.C. The design and function of birds' nests. *Ecology and Evolution*. 2014, vol. 4, no. 20, p. 3909–3928.
- MARINI M., BORGES F., LOPES L. *et al.* Breeding biology of birds in the Cerrado of central Brazil. *Ornitologia neotropical*. 2012a, vol. 23, p. 385–405.

- MARINI, M. Â., RODRIGUES, S. S., SILVEIRA, M. B., & GREENEY, H. F. Reproductive biology of *Synallaxis albescens* (Aves: Furnariidae) in the cerrado of central Brazil. *Biota Neotropica*. 2012b, vol. 12, p. 266-269
- MARTIN, T. E. Food as a limit on breeding birds: A life- history perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1987, vol. 18, no 1, p. 453–487.
- MARTIN, T. E. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecological Monographs*. 1995, vol. 65, no 1, p. 101–127.
- MARTIN, T.E. A new view for avian life history evolution tested on an incubation paradox. *Proceedings of the Royal Society of London*. 2002, vol. 269, no 1488, p. 309-316.
- MARTIN, T. & GEUPEL, G. Nest-monitoring plots: methods for locating nests and monitoring success. *Journal of Field Ornithology*. 1993, vol. 64, no 4, p. 507-519.
- MARTIN, T. E. & LI, P. Life history traits of open vs. cavity-nesting birds. *Ecology*. 1992, vol. 73, no. 2, p. 579-592.
- MARTIN, T. E. & GHALAMBOR, C. K. Males helping females during incubation. I. Required by microclimate or constrained by nest predation? *American Naturalist*. 1999, vol. 153, no 1, p. 131–139.
- MARTIN, T. E., MARTIN, P. R., OLSON, C. R., HEIDINGER, B. J. & FONTAINE, J. J. Parental care and clutch sizes in Northand South American birds. *Science*. 2000, vol. 287, no 5457, p. 1482–1485.
- MEDINA, C., ZELADA, W., POLLACK, L., HUAMÁN, E. & GÓMEZ, A. Dieta de la lechuga de los arenales, en Trujillo y en el Cerro Campana, La Libertad (Perú): 2013. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo*. 2013, vol. 33, no. 2, p. 99-113.

- MEDRANO, F., BARROS R., NORAMBUENA, H. V., MATUS, R. & SCHMITT, F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile. 2018.
- MEIRELES, R., TEIXEIRA, J., SOLAR, R., VASCONCELOS, B., FERNANDES R. & LOPES, L. Soil attributes drive nest-site selection by the campo miner *Geositta poeciloptera*. *PLoS ONE*. 2018, vol. 13, no. 1, p. 1-14.
- MEZQUIDA, E. La reproducción de algunas especies de Dendrocolaptidae y Furnariidae en el Desierto del Monte Central, Argentina. *Hornero*. 2001, vol. 16, no 1, p. 23–30.
- MUIR, J. A., LICATA, D. & MARTIN, T. E. Reproductive Biology of the Red-ruffed Fruitcrow (*Pyroderus scutatus granadensis*). *The Wilson Journal of Ornithology*. 2008, vol. 120, n° 4, p. 862–867.
- NORTH AMERICAN BANDING COUNCIL. *Guía de estudio del anillador de norteamérica*. North American Banding Council Publication Committee, California, USA. 2003, p1-78.
- ONIKI, Y. & WILLIS, E.O. Re-uso de ninhos por aves Neotropicais. *Atualidades Ornitológicas*. 2003, vol. 116, p. 4-7.
- ORDOÑEZ, J. & FAUTINO, J. Evaluación del potencial hídrico en las Lomas Costeras del Perú (Lachay-Iguanil). *Zonas Áridas*. 1983. vol. 3., p. 29-42.
- PANTIGOSO, I., FERNÁNDEZ, R., CRESPO, S. & ASTOCAZA, M. *Diversidad y distribución de la familia Cactaceae y avifauna asociada en la Reserva Nacional de Lachay*. Serie de Investigaciones CANDES. Consultores Asociados en Naturaleza y Desarrollo S.A.C., La Molina. Lima, Perú. 2015. 39 p.

- PLENGUE, M.A. *Bibliografía de las aves del Perú / Bibliography of the birds of Peru. 1590-2000*. Consultores Asociados en Naturaleza y Desarrollo S.A.C., La Molina, Lima, Perú. Volumen 1 – Volumen 1. 2016a. 314 p.
- PLENGUE, M.A. *Bibliografía de las aves del Perú / Bibliography of the birds of Peru. 2001-2016*. Consultores Asociados en Naturaleza y Desarrollo S.A.C. La Molina, Lima, Perú. Volumen 2 – Volumen 2. 2016b. 209 p.
- PLENGUE, M.A. *List of the Birds of Peru / Lista de las Aves del Perú*. Unión de Ornítólogos del Perú. 2019. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- PULIDO, V., SALINAS, L. & ARANA, C. *Aves del desierto de la Costa central del Perú*. AGROKASA. Lima, Perú. 2013. 452 p.
- PULIDO, V. Ciento quince años de registros de aves en Pantanos de Villa. *Revista Peruana de Biología*. 2018, vol. 25, no. 3, p. 291-306.
- QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. 2018. Disponible en: <https://qgis.org>.
- RALPH, J., GEUPEL, G., PYLE, P., MARTIN, T., DESANTE, D. y MILÁ, B. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. General Technical Report, Albany. 1996. 46 p.
- REMSEN, J.V., Jr. Coastal Miner (*Geositta peruviana*). In: DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., SARGATAL, J., CHRISTIE, D.A. & DE JUANA, E. (EDS.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. 2017. Obtenido de: <http://www.hbw.com/node/56361> , 10 January 2017.

- REMSEN, J.V. & SHARPE, C.J. Family Ovenbirds (Furnariidae). In: DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., SARGATAL, J., CHRISTIE, D.A. y DE JUANA, E. (EDS.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. 2018. Obtenido de: <https://www.hbw.com/node/56356>, 30 May 2018.
- RIBEIRO, V., PETERSON, T., WERNECK, F & MACHADO, R. Ecological and historical views of the diversification of *Geositta* miners (Aves: Furnariidae: Sclerurinae). *Journal Ornithology*. 2016, vol. 158, no 1, p. 15-23.
- ROBINSON, W.D., ROBINSON, T.R., ROBINSON, S.K. & BRAUN, J.D. Nesting success of understory forest birds in central Panama. *Journal of Avian Biology*. 2000, vol. 31, no 2, p. 151-164.
- SALINAS, L., ARANA, C., & PULIDO, V. Diversidad, abundancia y conservación de aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. *Revista Peruana de Biología*. 2007, vol. 13, no. 3, p. 155-167.
- SAETHER, B. & BAKKE, O. Avian life history variation and contribution of demographic traits to the population growth rate. *Ecology*. 2000, vol. 81, no 3, p. 642-653.
- SALVADOR, S. Reproducción de los Furnariidae en el Departamento General de San Martín, Córdova, Argentina. *Historia Natural*. 2013, vol. 3, no. 1, p. 61-85.
- SALVADOR, S. Reproducción de aves andinas en el Noroeste Argentino. *Historia Natural*. 2015, vol. 5, no. 1, p. 49-76.
- SALVADOR, S., NAROSKY, S. & FRAGA, R. Descripción del nido y los huevos de la Caminera Pico Largo (*Geositta tenuirostris*) (Aves: Furnariidae). *Historia Natural*. 1984, vol. 3, no. 25, p. 224.
- SCHULENBERG, T., STOTZ, D., LANE, D., O'NEILL, J. & PARKER, T. *Aves de Perú*. Serie Biodiversidad Corbidi. Innovación gráfica S.A, San Juan de Miraflores Lima. 2010, 660 p.

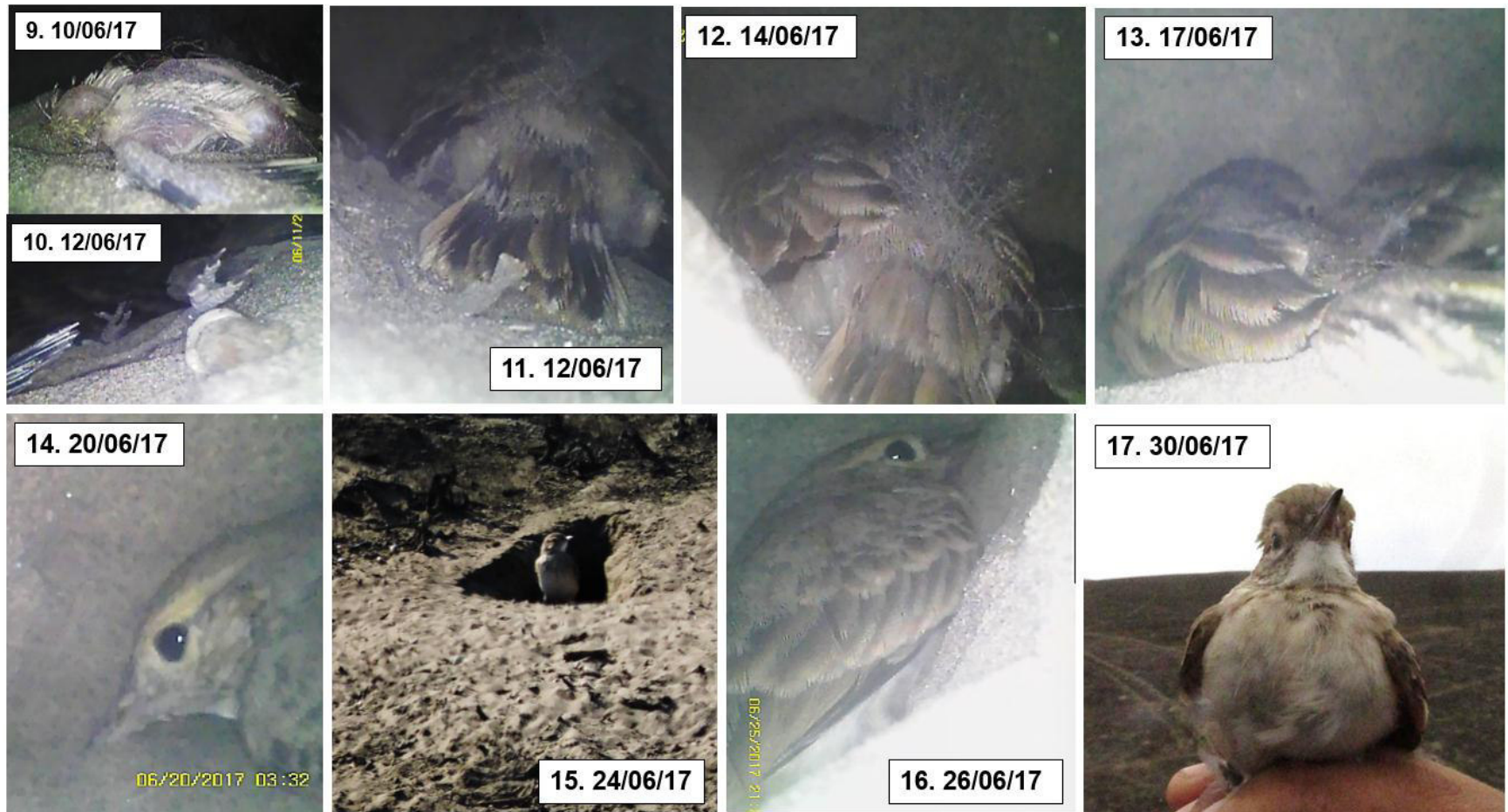
- SEGURA, L., DI SALLO, F., MAHLER, B. & REBOREDA J. Red-crested Cardinals use color and width as cues to reject Shiny Cowbird eggs. *The Auk*. 2016, vol.133, no. 2, p. 308-315
- SERNANP. *Expediente Técnico de Establecimiento Zona Reservada Lomas de Ancón*. Propuesta por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, San Isidro, Lima, Perú. 2010.
- SERNANP. *Plan Maestro de la Reserva Nacional San Fernando 2015-2018*. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, San Isidro, Lima, Perú. 2014.
- SERNANP. *Plan Maestro del Santuario Histórico Bosque de Pómac 2011-2016*. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, San Isidro, Lima, Perú. 2011.
- SILVA, T. “História natural de *Geositta poeciloptera* (Aves, Scleruridae) na região dos campos do alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, Brasil”. Tese para optar o Título do Mestre. Universidad Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brasil. 2015.
- SIMON, J.E. & PACHECO, S. On the standardization of nest descriptions of neotropical birds. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 2005, vol. 13, no. 2, p. 143-154.
- SKUTCH, A. F. On the hour of laying and hatching of birds eggs. *Ibis*. 1952, vol. 94, p. 49–61.
- SKUTCH, A. F. Clutch size, nesting success, and predation on nests of Neotropical birds, reviewed. *Ornithological Monographs*. 1985, vol. 36, p. 575–594.
- SNOW, D.W. A field study of the Black and White Manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. *Zoologica*. 1962, vol. 47, p. 65-104.
- STOTZ, D. F., FITZPATRICK, J. W., PARKER III, T. A., & MOSKOVITS, D. K. *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago. University of Chicago Press. 1996, 478 p.

- VAZ-FERREIRA R. Morfología del nido y técnicas constructivas de *Geositta cunicularia cunicularia* (Vieillot), “Caminera”. *Boletín de la Sociedad Zoológica de Uruguay*. 1973, vol. 2, p. 49-53.
- WEATHERHEAD, P. J. Fecal sac removal by tree swallows: the cost of cleanliness. *Condor*. 1984, vol. 86, no 2, p. 187–191.
- WILLIAMS, T. The nest and eggs of the coastal miner *Geositta peruviana*, a peruvian endemic. *Ibis*. 1981, vol. 123, no 3, p. 366-367.
- XIAO, H., HU, Y., LANG, Z., FANG, B., GUO, W., ZHANG, Q., PAN, X. & LU, X. How much do we know about the breeding biology of bird species in the world? *Journal of Avian Biology*. 2017, vol. 48, no 4, p. 513–518.
- YOM-TOV, Y., CHRISTIE, M. I., & IGLESIAS, G. J. Clutch size in passerines of southern South America. *Condor*. 1994, vol. 96, no1, p. 170-177.
- ZYSKOWSKI, K. & PRUM, R. Phylogenetic analysis of the nests architecture of neotropical ovenbirds (Furnariidae). *The Auk*. 1999, vol. 116, no 4, p. 891-911.

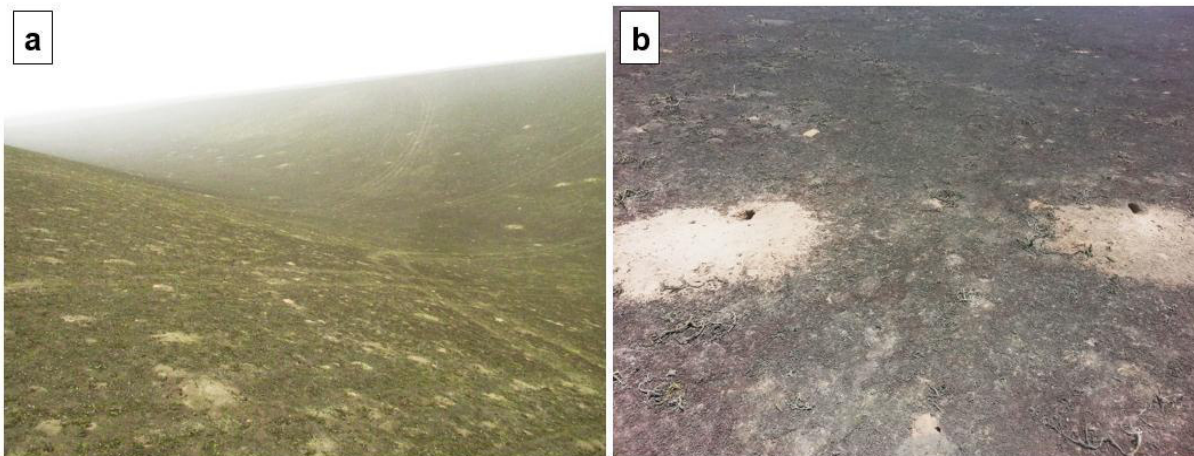
X. ANEXOS



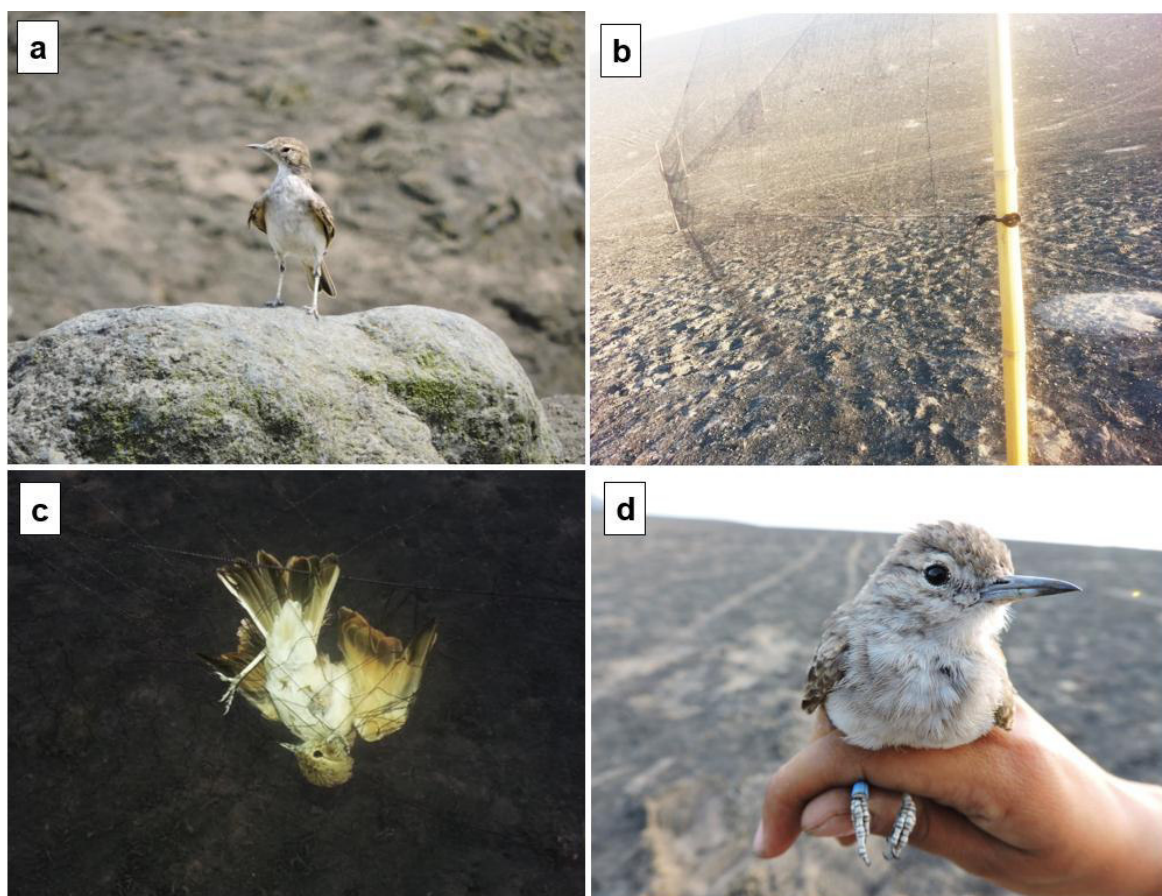
Anexo 1. Desarrollo completo de polluelos de *Geositta peruviana*, “minero peruano” del nido 1047: (1) nido encontrado con tres huevos, (2) material del nido, (3) eclosión de dos polluelos, dos pollos de un día a horas de nacido, (4) eclosión completa de 3 polluelos, (5) desarrollo de pollos, ojos cerrados, presencia de cañones en el ala, (6) presencia de comisuras, (7) cañones en casi todo el cuerpo y abertura de ojos, (8) polluelos de unos 12 y 13 días, con crecimiento de plumas en ala y colla.



Anexo 1. Continuación: (9) observar ese día un pollo muerto dentro del nido, (10) el cual fue enterrado, (11) plumas de la cola creciendo en simultáneo, (12) polluelo de unos 16 o 17 días, con crecimiento de plumas casi completas, (13) volantones de unos 19 y 20 días, (14) volantón de unos 22 a 23 días, superciliar amarilla notoria, (15) volantón de unos 26 días en la entrada de agujero, entran y salen del nido, notar heces afuera del agujero, (16) volantón de unos 28 días dentro del nido y (17) juvenil de unos 30 o 31 días anillado.



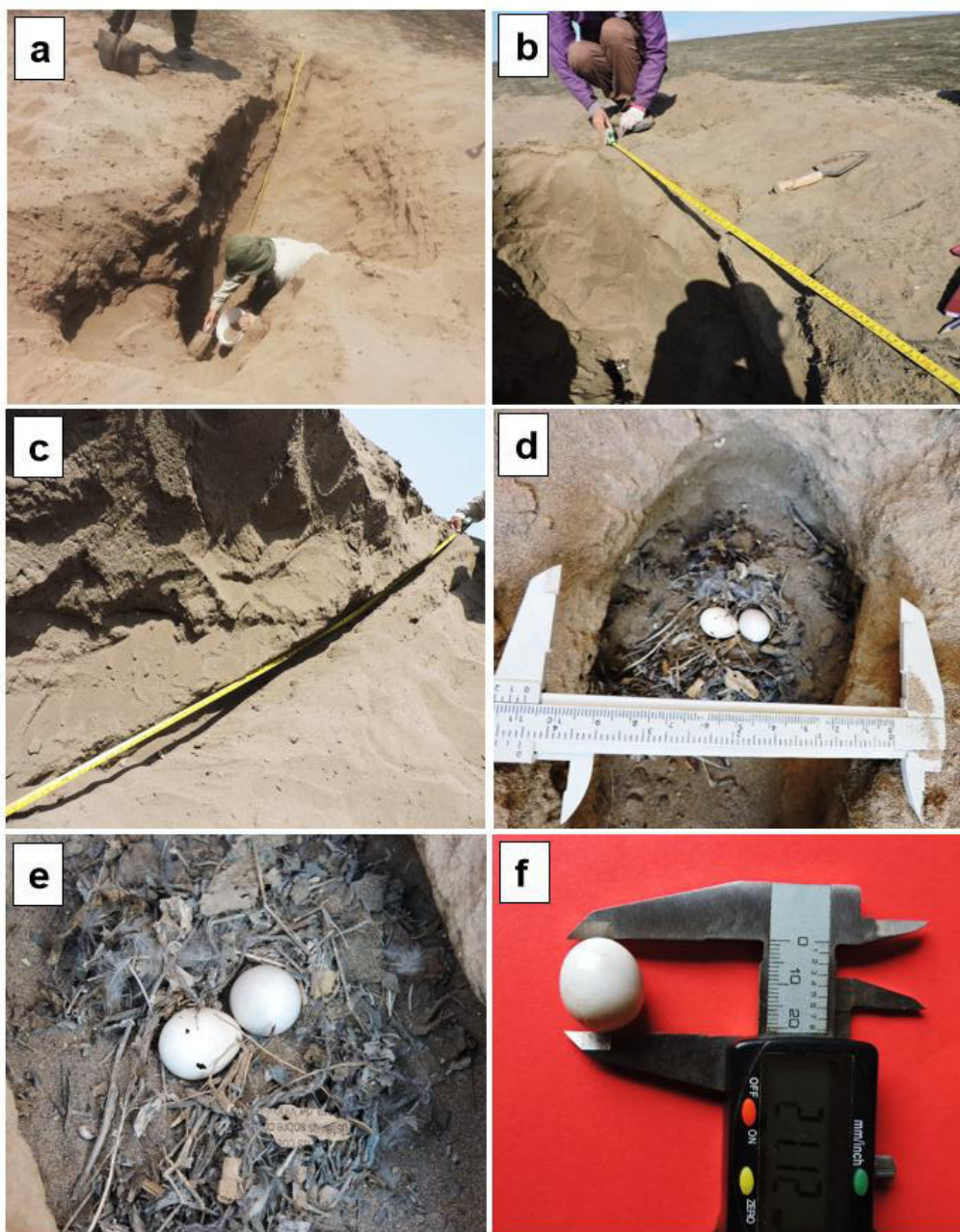
Anexo 2. Lomas de Ancón, área de evaluación: (a) sector de herbáceas cubierto por la Costra biológica, (b) agujeros de *Geositta peruviana*, “minero peruano”.



Anexo 3. Anillamiento de *Geositta peruviana*, “minero peruano” (a) individuo adulto (b) red de neblina instalada (c) individuo capturado (d) individuo anillado.



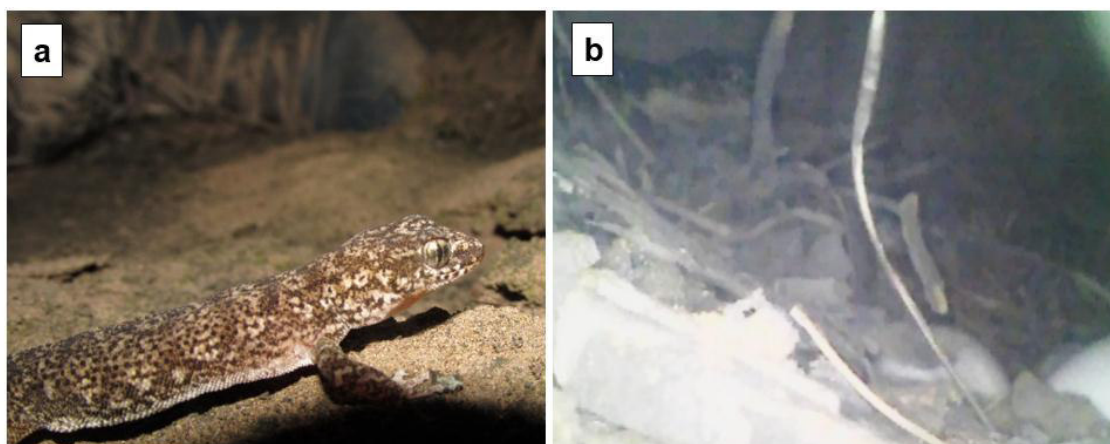
Anexo 4. Monitoreo de nidos con cámara boroscópica de *Geositta peruviana*, “minero peruano” (a) y (b) manipulación de cámara (c) cámara fotografiando el contenido del nido (d) sonda de la cámara entrando al nido.



Anexo 5. Caracterización interna de nidos de *Geositta peruviana*, “minero peruano”: (a), desentierro de nidos (b) longitud al ras del suelo, (c) longitud del túnel, (d) medidas de la cámara de incubación, (e) cámara de incubación con huevos abandonados (f) medición de huevo.



Anexo 6. Presencia de *Athene cunicularia*, “Lechuza terrestre”: a) nidos en las lomas (b) agujeros escarbados, (c) individuos adultos en la entrada de nido, (d) volantones encontrados cercano a uno de los nidos depredados de *G. peruviana*.



Anexo 7. Presencia de *Lepidopigus microphylus*, “gecko” (a) individuo fotografiado en la noche caminando sobre las lomas (b) individuo fotografiado dentro de un nido abandonado de *G. peruviana*.

Anexo 8. Información sobre algunos aspectos reproductivos de las especies del genero *Geositta*.

Datos		<i>G. ternuirostris</i>	<i>G. cunicularia</i>	<i>G. punensis</i>	<i>G. rufipennis</i>	<i>G. antarctica</i>	<i>G. isabellina</i>	<i>G. poeciloptera</i>	<i>G. peruviana</i>
Autor/es		Salvador et al. 1984, Salvador 2015	Vaz-Ferreira 1973, Salvador 2013, De la Peña 2016, Remsen y Sharpe 2018	Salvador 2015, De la Peña 2016	De la Peña 2013, De la Peña 2016, Remsen y Sharpe 2018	Remsen y Sharpe 2018	Remsen y Sharpe 2018	Silva 2015 (durante un año de evaluación)	En este estudio (durante un año de evaluación)
N° nidos		2	más de 5	2	4	-	-	36	43
Hábitat y ubicación		En valles, entre cerros y pedregales. Área cubierta de gramíneas. En barranca de tierra húmeda y suelta.	En barrancas o en el suelo y en grietas o huecos. A baja altura.	En pequeña barranca de tierra sobre un cauce seco.	En barrancas terrosas o rocosas, o entre piedras. A baja altura o altos.	Cercano a dunas.	El nido es un túnel encontrado o en un terreno inclinado.	En barrancos, cercanos a carretera, zanjas, con poca vegetación y suelo expuesto. .	En lomas con pendientes no tan pronunciadas . Predomina <i>Solamun multifidum</i> y costra biológica.
Túnel	Longitud de túnel	65 a 75 cm	38 a 350 cm	56 cm	95 a 115 cm	50 a 150 cm	-	30 a 60.5 cm	176 a 344 cm
	Diámetro de túnel	6 x 8 cm	8 x 10 cm	9 x 11 cm	8 x 11 cm	-	-	4.5 a 14 x 6 a 12 cm	4.7 a 9 x 5.5 a 10.9 cm

(-): Sin registro.

Anexo 8. Continuación

Datos		<i>G. ternuirostris</i>	<i>G. cunicularia</i>	<i>G. punensis</i>	<i>G. rufipennis</i>	<i>G. antarctica</i>	<i>G. isabellina</i>	<i>G. poeciloptera</i>	<i>G. peruviana</i>
Cámara de incubación	Diámetro de la cámara	14 a 15 cm	de 8 a 10 cm	10 cm	de 15 a 17 cm	-	-	15 cm	10 cm
	Material dentro de cámara	Base de cámara con gramíneas, cubiertas de pelos de vacunos, cerdas y pelos de roedores.	Elaborada con restos vegetales como flores, raíces, hierbas, también plumas y pelos. Muda de colúbrido encontrado.	Casquete de gramíneas y finos tallos	Base de la cámara con pastos, que cubren plumas, pelos y lana formando un platito.	Base con hierbas.	-	Plataforma hecha de restos de gramíneas, pelos y heces de mamíferos.	Elaborada con plumas, restos vegetales como raíces o tallos y material antrópico.
Huevos	Puesta	2 huevos	de 2 a 3 huevos	de 2 a 3 huevos	de 2 a 3 huevos	3 huevos	3 huevos	prom 3 (de 2 a 4 huevos)	prom 3 (de 2 a 4 huevos)
	Color y forma	Blancos y piriformes	Blancos y piriformes	-	Blancos y piriformes	-		Blancos y piriformes	Blancos y piriformes
	Medidas	alto = 26.9 a 27.6 mm, ancho= 19.8 a 20.1 mm	-	-	alto = 26.6 a 27.4 mm, ancho= 19.3 a 19.9 mm	-		alto = 21.5 a 20.5 mm, ancho= 17 a 17.5 mm	alto = 20.7 mm, ancho= 16.2 mm

(-): Sin registro.

Anexo 9. Datos del anillamiento a los individuos de *Geositta peruviana*, “minero peruano”.

N	Color de anillo	Localización anillo	Edad	Sexo	Prot. Cloacal	Parche Incub.	Ala (cm)	Peso (g)	Fecha	Perteneciente a nido(s)	Número de pareja
1	Celeste doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	-	19	13/01/2017	-	-
2	Verde limón doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	7.1	-	13/01/2017	-	-
3	Negro doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	7	-	13/01/2017	1378-1406	PAREJA 10
4	Verde limón doble	Pata izquierda	Ad	D	N	N	7.4	-	13/01/2017	-	-
5	Celeste doble	Pata izquierda	Ad	D	N	N	7	-	13/01/2017	-	-
6	Amarillo doble	Pata derecha	Ad	M	N	N	7.4	-	31/03/2017	1105-1122-1408	PAREJA 2
7	Naranja doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	7.9	-	31/03/2017	-	-
8	Rojo doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	8.3	-	31/03/2017	-	-
9	Plomo doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	8.2	20	20/04/2017	-	-
10	Blanco doble	Pata derecha	Ad	D	N	N	8.1	21.3	20/04/2017	-	-
11	Rojo doble	Pata izquierda	Ad	D	N	N	8	19.9	20/04/2017	-	-
12	Amarillo doble	Pata izquierda	Ad	D	N	N	7.9	-	20/04/2017	-	-
13	Naranja doble	Pata izquierda	Ad	D	N	N	8	-	20/04/2017	1070-1133-1412	PAREJA 4
14	Rojo y amarillo	Pata derecha	Ad	D	M	N	8	19.1	09/05/2017	-	-
15	Amarillo y naranja	Pata derecha	Ad	D	P	N	7.9	19.5	09/05/2017	-	-
16	Amarillo y negro	Pata derecha	Ad	D	P	N	7.8	20.4	09/05/2017	-	-
17	Amarillo y verde oscuro	Pata derecha	Ad	D	M	N	7.9	20.4	10/05/2017	-	-
18	Verde oscuro simple	Pata izquierda	Ad	D	P	V	7.8	19.4	01/06/2017	-	-
19	Celeste simple	Pata izquierda	Ad	D	P	V	7.6	19.5	01/06/2017	1086	PAREJA 15

N	Color de anillo	Localización anillo	Edad	Sexo	Prot. Cloacal	Parche Incub.	Ala (cm)	Peso (g)	Fecha	Perteneciente a nido(s)	Número de pareja
20	Rojo simple	Pata izquierda	Ad	D	M	N	8.1	20.4	01/06/2017	1057-1383-1407	PAREJA 1
21	Naranja simple	Pata izquierda	Ad	D	N	V	7.9	22.1	01/06/2017	-	-
22	Verde limon simple	Pata izquierda	Ad	D	M	N	7.8	19	01/06/2017	1055	PAREJA 13
23	Plomo simple	Pata izquierda	Ad	D	M	A	8	19.7	01/06/2017	-	-
24	Amarillo simple	Pata izquierda	Ad	H	M	A	7.8	18.8	07/06/2017	1105-1122-1408	PAREJA 2
25	Verde oscuro simple	Pata derecha	Ad	D	-	A	8	19.9	07/06/2017	1070-1133-1412	PAREJA 4
26	Celeste simple	Pata derecha	Ju	D	N	N	7.7	19.2	07/06/2017	1070-1133-1412	-
27	Plomo simple	Pata izquierda	Ad	D	M	A	7.6	18.9	07/06/2017	1100-1443	PAREJA 7
28	Rojo simple	Pata derecha	Ad	D	M	A	7.8	20.1	07/06/2017	1100-1443	PAREJA 7
29	Amarillo simple	Pata derecha	Ad	D	M	A	7.6	18.9	08/06/2017	1066	PAREJA 14
30	Negro simple	Pata derecha	Ad	D	-	-	-	-	08/06/2017	1066	PAREJA 14
31	Blanco simple	Pata derecha	Ad	D	N	-	7.9	20.1	08/06/2017	-	-
32	Negro simple	Pata izquierda	Ad	D	M	N	8	20.1	11/06/2017	1113	PAREJA 16
33	Blanco y naranja	Pata derecha	Ad	M*	M	-	8.2	20.8	12/06/2017	1114-1456	PAREJA 8
34	Blanco y plomo	Pata derecha	Ad	H*	P	V	7.7	18.8	12/06/2017	1114-1456	PAREJA 8
35	Blanco y negro	Pata derecha	Ad	M	P	A	8	19.7	12/06/2017	1047-1362-1427	PAREJA 5
36	Blanco y celeste	Pata izquierda	Ad	H	L	A	7.4	19.5	25/06/2017	1102-1386-1446	PAREJA 3
37	Rojo y blanco	Pata derecha	Ad	D	N	V	7.9	21.2	30/06/2017	1106	PAREJA 12
38	Negro y verde limón	Pata derecha	Ju	D	N	N	7.8	18.7	30/06/2017	1267**	-
39	Naranja y verde oscuro	Pata derecha	Ad	D	N	A	7.9	21.1	30/06/2017	1267-1405	PAREJA 9
40	Verde oscuro doble	Pata derecha	Ad	D	P	N	8.1	19.9	30/06/2017	1378-1406	PAREJA 10

N	Color de anillo	Localización anillo	Edad	Sexo	Prot. Cloacal	Parche Incub.	Ala (cm)	Peso (g)	Fecha	Perteneciente a nido(s)	Número de pareja
41	Naranja y negro	Pata derecha	Ju	D	N	N	8	20.4	30/06/2017	1047-1362-1427	-
42	Celeste y verde oscuro	Pata derecha	Ju	D	N	N	7.9	19.5	30/06/2017	1047-1362-1427	-
43	Negro y verde limón	Pata izquierda	Ad	H	N	V	7.8	23	28/07/2017	1396-1436	PAREJA 11
44	Rojo y blanco	Pata izquierda	Ad	D	N	N	8	19.3	29/07/2017	1382	PAREJA 17
45	Plomo y celeste	Pata izquierda	Ad	H	N	Mu	7.8	19.3	29/07/2017	1394	PAREJA 18
46	Plomo-plomo	Pata izquierda	Ad	H*	N	V	8.1	20.3	29/07/2017	1194-1221-1445	PAREJA 6
47	Blanco y verde oscuro	Pata izquierda	Ad	D	N	N	7.6	20	29/07/2017	1221**	-
48	Rojo y verde oscuro	Pata izquierda	Ad	D	N	N	8	20.1	19/08/2017	-	-

Leyenda

- ✓ Edad: (Ad): adulto, (Ju) juvenil.
- ✓ Sexo: (D): desconocido, (H): hembra, (M): macho, (H* y M*): posiblemente.
- ✓ Protuberancia cloacal: (N): ausente, (P): pequeña distención de la cloaca, (M): mediana distención de la cloaca.
- ✓ Parche de incubación: (N): ausente, (A): piel del abdomen arrugada y escamosa, (V): piel del abdomen engrosada y vascularizada, (Mu): plumas creciendo en el pecho y abdomen.
- ✓ Perteneciente a nido(s): (1267**): capturado cercano a nido 1267, (1221**): capturado cercano a nido 1221.
- ✓ (-): Sin registro.

Anexo 10. Datos del periodo reproductivo y éxito de nidos activos monitoreados de *Geositta peruviana*, “minero peruano”.

N	N Nido	N° de intento	# pareja	Fecha-encuentro	Fecha-ultimo	Encontrado	# huevos	# pollos	Éxito
1	1047	1er	PAREJA 5	09/05/2017	01/07/2017	construcción	3	3	2 volantones
2	1057	1er	PAREJA 1	25/05/2017	23/06/2017	huevos	3	2	2 volantones
3	1070	1er	PAREJA 4	25/05/2017	12/06/2017	pollos	-	2	2 volantones
4	1055	1er	PAREJA 13	25/05/2017	19/06/2017	huevos	3	0	Abandonado
5	1059	1er	PAREJA 20	25/05/2017	26/06/2017	huevos	3	2	2 volantones
6	1066	1er	PAREJA 14	25/05/2017	30/06/2017	huevos	3	3	3 volantones
7	1074	1er	PAREJA 21	25/05/2017	17/06/2017	pollos	-	3	3 volantones
8	1075	1er	PAREJA 22	25/05/2017	17/06/2017	pollos	-	3	2 volantones
9	1076	1er	PAREJA 23	25/05/2017	11/07/2017	huevos	3	3	3 volantones
10	1086	1er	PAREJA 15	26/05/2017	19/06/2017	huevos	3	0	Abandonado
11	1100	1er	PAREJA 7	02/06/2017	11/07/2017	huevos	3	2	2 volantones
12	1105	1er	PAREJA 2	06/06/2017	23/06/2017	pollos	-	3	2 volantones
13	1102	1er	PAREJA 3	06/06/2017	01/07/2017	ambos	4	3	2 volantones
14	1106	1er	PAREJA 12	06/06/2017	-	-	-	-	-
15	1114	1er	PAREJA 8	07/06/2017	04/07/2017	ambos	2	2	2 volantones
16	1113	1er	PAREJA 16	07/06/2017	26/06/2017	pollos	-	3	3 volantones
17	1122	2do	PAREJA 2	16/06/2017	05/08/2017	construcción	4	3	3 volantones
18	1133	2do	PAREJA 4	25/06/2017	01/08/2017	huevos	4	3	3 volantones
19	1267	1er	PAREJA 9	26/06/2017	05/08/2017	huevos	3	3	3 volantones
20	1378	1er	PAREJA 10	29/06/2017	08/08/2017	huevos	4	4	4 volantones
21	1194	1er	PAREJA 6	29/06/2017	04/07/2017	pollos	-	2	2 volantones
22	1379	1er	PAREJA 19	01/07/2017	29/07/2017	ambos	4	2	2 volantones

N	N Nido	N° de intento	# pareja	Fecha-encuentro	Fecha-ultimo	Encontrado	# huevos	# pollos	Éxito
23	1362	2do	PAREJA 5	06/07/2017	10/08/2017	huevos	3	3	3 volantones
24	1382	1er	PAREJA 17	08/07/2017	27/07/2017	pollos	-	3	Depredación
25	1383	2do	PAREJA 1	08/07/2017	05/08/2017	ambos	3	2	2 volantones
26	1386	2do	PAREJA 3	12/07/2017	30/08/2017	huevos	4	4	3 volantones
27	1394	1er	PAREJA 18	13/07/2017	01/09/2017	construcción	4	4	4 volantones
28	1396	1er	PAREJA 11	22/07/2017	07/09/2017	huevos	4	4	4 volantones
29	1221	2do	PAREJA 6	29/07/2017	01/09/2017	huevos	3	3	3 volantones
30	1405	2do	PAREJA 9	05/08/2017	07/09/2017	construcción	3	0	Abandonado
31	1408	3ro	PAREJA 2	09/08/2017	26/09/2017	construcción	3	3	2 volantones
32	1412	3ro	PAREJA 4	15/08/2017	15/09/2017	ambos	4	3	3 volantones
33	1415	1er	PAREJA 24	18/08/2017	30/08/2017	pollos	-	2	2 volantones
34	1424	1er	PAREJA 25	20/08/2017	18/09/2017	huevos	3	3	3 volantones
35	1427	3ro	PAREJA 5	26/08/2017	12/10/2017	construcción	3	2	2 volantones
36	1436	2do	PAREJA 11	01/09/2017	10/10/2017	construcción	4	0	Abandonado
37	1407	3ro	PAREJA 1	05/09/2017	18/09/2017	huevos	3	0	Abandonado
38	1406	2do	PAREJA 10	06/09/2017	26/09/2017	pollos	-	3	3 volantones
39	1445	3ro	PAREJA 6	11/09/2017	26/09/2017	construcción	1	0	Abandonado
40	1446	3ro	PAREJA 3	11/09/2017	10/10/2017	construcción	3	0	Abandonado
41	1227	1er	PAREJA 26	15/09/2017	10/10/2017	huevos	2	0	Abandonado
42	1443	2do	PAREJA 7	22/09/2017	10/10/2017	huevos	2	2	Depredación
43	1456	2do	PAREJA 8	22/09/2017	05/10/2017	pollos	-	3	3 volantones

(-): Sin registro.

Anexo 11. Datos de ubicación y características externas de nidos activos de *Geositta peruviana*, “minero peruano”.

N	N Nido	Norte	Este	Altitud (msnm)	Long total Túnel (cm)	Entrada-cavidad		Halo de arena		Orientación Brújula
						Alto (cm)	Ancho (cm)	x (cm)	y (cm)	
1	1047	264605	8703182	433	234.5	9	6.54	102.5	111	195°
2	1057	264349	8703364	466	252	6.6	7.32	92	102	180°
3	1070	264534	8703260	460	315	7.32	8.8	125	127	175°
4	1055	264285	8703421	468	250	5.5	5.72	108	102	245°
5	1059	264610	8703457	480	309	7.5	8.7	87	97	310°
6	1066	264798	8703440	498	228	6.2	7.1	94	104	130°
7	1074	264663	8703103	464	224	6.6	7.3	96	79	315°
8	1075	264579	8702942	441	295	7.05	7.4	77	156	145°
9	1076	264641	8703000	453	254	5.4	6.43	124	150	155°
10	1086	264155	8703249	447	216.5	8	6.9	120	110	200°
11	1100	264777	8703297	487	320	6.7	7.7	109	91	290°
12	1105	264428	8703329	449	246	6.5	6.11	102	128	185°
13	1102	264520	8703314	470	221	6.3	6.7	88	84	220°
14	1106	264724	8703218	472	344	7.4	6.8	93	107	145°
15	1114	264431	8703148	438	298	6.1	7.6	82	114	290°
16	1113	264091	8703198	441	298	6.9	7.6	106	86	290°
17	1122	264513	8703359	395	325	5.8	7	101	112	290°
18	1133	264555	8703220	464	244	6.7	6.6	97	122	310°
19	1267	264779	8703147	474	255	4.72	5.72	89	114	140°
20	1378	264311	8703246	448	245	4.9	5.92	80	87	180°
21	1194	264730	8703294	479	245	6.6	8	62	106	300°
22	1379	264550	8703057	442	176	5.9	6.6	89	106	150°

N	N Nido	Norte	Este	Altitud (msnm)	Long total Túnel (cm)	Entrada-cavidad		Halo de arena		Orientación Brújula
						Alto (cm)	Ancho (cm)	x (cm)	y (cm)	
23	1362	264592	8703167	469	209.5	5.6	7.3	105	110	283°
24	1382	264519	8703419	482	330	7.6	7.3	100	156	140°
25	1383	264358	8703413	480	254	5.7	6.6	90	114	90°
26	1386	264496	8703284	467	254	7.2	6.9	90	90	200°
27	1394	264712	8703157	461	223	6.2	6.3	119	97	155°
28	1396	264759	8703142	460	253	5.4	7.1	124	91	190°
29	1221	264733	8703308	479	279	7.7	9	106	98	290°
30	1405	264814	8703161	474	273	6.3	6.3	86	99	145°
31	1408	264424	8703325	467	297	6.2	8.2	85	128	180°
32	1412	264627	8703215	477	282	6.2	9	71	122	340°
33	1415	264656	8703356	492	222	8.1	10.9	118	113	175°
34	1424	264283	8703341	473	244	5.6	6.2	114	113	215°
35	1427	264616	8703181	452	244	7.8	6.4	110	98	195°
36	1436	264827	8703136	470	285	6.2	6.5	115	128	160°
37	1407	264345	8703402	414	276.5	6.3	6.7	96	95	200°
38	1406	264331	8703315	417	249	5.5	6	73	79	180°
39	1445	264741	8703317	479	187	8.1	7.3	92	87	240°
40	1446	264539	8703308	475	237.5	6.9	5.5	76	82	140°
41	1227	264683	8703290	476	290	6	6.7	121	96	190°
42	1443	264761	8703342	483	213	6	7.1	99	83	175°
43	1456	264414	8703105	456	278	5.5	7.4	66	74	5°

Anexo 12. Tiempo invertido para cada categoría de comportamiento en tres periodos reproductivos de *Geositta peruviana*, “minero peruano”

n°	Comportamiento	Construcción		Incubación		Cuidado de polluelos	
		Tiempo (Seg)	Porcentaje (%)	Tiempo (Seg)	Porcentaje (%)	Tiempo (Seg)	Porcentaje (%)
1	Acic	-	-	351	0.60	115	0.19
2	Ali-cami	-	-	10700	18.44	10797	17.73
3	Ali-pol	-	-	20	0.03	395	0.65
4	Ali-vue	-	-	-	-	240	0.39
5	Bte	-	-	240	0.41	955	1.57
6	Cami	-	-	1981	3.41	1960	3.22
7	Const	-	-	70	0.12	20	0.03
8	Dent	345	3.36	21403	36.88	9411	15.45
9	Ent-cab	10	0.10	50	0.09	698	1.15
10	Ent-lim	355	3.46	-	-	-	0.00
11	Ent-nid	80	0.78	373	0.64	175	0.29
12	Lla-sal	-	-	40	0.07	5	0.01
13	Lla-sua	5	0.05	30	0.05	21	0.03
14	Pele	-	-	120	0.21	105	0.17
15	Aus	9335	91.03	22088	38.06	34996	57.46
16	Posa	85	0.83	60	0.10	37	0.06
17	Vue-cor	-	-	83	0.14	68	0.11
18	Vue-ent	5	0.05	95	0.16	225	0.37
19	Vue-lar	20	0.20	94	0.16	410	0.67
20	Vue-sal	15	0.15	232	0.40	267	0.44
Total general		10255	100	58030	100	60900	100

(-): Sin registro.

Anexo 13. Datos de ubicación de nidos activos e inactivos de *Athene cunicularia*, “lechuza terrestre”.

N°	Nido	Norte	Este	Altitud (msnm)	Estado
1	1206	264770	8703337	487	ACTIVO
2	1207	264766	8703336	485	ACTIVO
3	1410	264779	8703337	485	ACTIVO
4	1472	264575	8703424	483	ACTIVO
5	1473	264577	8703416	484	ACTIVO
6	1474	264593	8703417	486	ACTIVO
7	1476	264566	8703408	484	ACTIVO
8	1477	264571	8703417	483	ACTIVO
9	1478	264549	8703399	481	ACTIVO
10	1132	264559	8703235	461	INACTIVO
11	1146	264514	8703267	463	INACTIVO
12	1149	264573	8703268	465	INACTIVO
13	1168	264607	8703294	475	INACTIVO
14	1176	264597	8703243	470	INACTIVO
15	1178	264622	8703246	472	INACTIVO
16	1180	264657	8703254	476	INACTIVO
17	1181	264657	8703260	475	INACTIVO
18	1187	264679	8703258	478	INACTIVO
19	1191	264705	8703278	477	INACTIVO
20	1200	264757	8703303	483	INACTIVO
21	1204	264766	8703314	486	INACTIVO
22	1210	264756	8703337	484	INACTIVO
23	1215	264749	8703325	482	INACTIVO
24	1220	264740	8703309	480	INACTIVO
25	1224	264696	8703315	480	INACTIVO
26	1232	264649	8703290	476	INACTIVO
27	1322	264419	8703273	461	INACTIVO
28	1343	264463	8703323	468	INACTIVO
29	1467	264653	8703467	492	INACTIVO

XI. GLOSARIO DE TERMINOS

ANP: Áreas Naturales Protegidas

Altricial: polluelo que permanece en el nido por un periodo de tiempo, necesita el cuidado de los parentales.

Cámara de incubación: lugar del nido donde ponen e incuban los huevos.

Coberteras: conjunto de plumas que cubre la base de las plumas de vuelo (Schulenberg *et al.*, 2010).

Comisura labial: punto de reunión de los bordes de una hendidura. En los polluelos son muy notorios.

Cuidado parental: actividades o comportamientos realizados en un radio cercano a un nido activo.

Halo de arena: halo o círculo formado afuera del agujero por la excavación de nido.

Iris: parte colorida del ojo, alrededor de la pupila (Schulenberg *et al.*, 2010).

Lecho: cama formada por material vegetal, animal u otro donde se colocan los huevos.

Periodo reproductivo: desde la construcción de nidos o puesta de huevos hasta el último día del pichón dentro del nido.

Nido activo: agujero con presencia de huevos o polluelos en su interior, que está siendo cuidado por los parentales.

Nido inactivo: agujero sin evidencia de reproducción en su interior, o que está abandonado por los parentales.

Número de nidada (s): número de intentos reproductivos por estación reproductiva.

Periodo de incubación: periodo desde el último huevo puesto hasta el primero en eclosionar.

Periodo de polluelos dentro del nido: periodo desde el primer polluelo eclosionado hasta que sale del nido.

Piriforme: que tiene forma de pera.

Postura: o periodo de puesta, es el periodo de tiempo desde el primer huevo puesto hasta el último.

Raquis: estructura de soporte más importante en una pluma (Schulenberg *et al.*, 2010).

Remeras: plumas de vuelo en el ala (Schulenberg *et al.*, 2010).

Saco fecal: heces cubiertos por una mucosidad excretadas por los polluelos dentro del nido.

SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Superciliar: franja de plumas que se extiende desde la base del pico, sobre el ojo y hacia la parte posterior de la cabeza (Schulenberg *et al.*, 2010).

Tamaño de nidada: número máximo de huevos puesto en un nido.

Tarso: parte inferior de la “pierna” (anatómicamente compuesta por los huesos fusionados de la pata) que porta los dedos (Schulenberg *et al.*, 2010).

Timoneras: plumas de la cola (Schulenberg *et al.*, 2010).

Volantones: polluelo que realiza sus primeros vuelos.

ZRLA: Zona Reservada Lomas de Ancón